

# Hacia una perspectiva sociocultural en la clase de Ciencias.

*Elementos conceptuales y propuestas didácticas*

Ángel Enrique Romero-Chacón  
Diana María Rodríguez Ramírez  
James Stevan Arango Ramírez  
Paula Andrea Amelines Rico  
Yaneth Liliana Giraldo Suarez  
Natalia Muñoz Candamil



Grupo de Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza —ECCE—  
Semillero de Investigación *Algamesto*



Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia  
2022



**Hacia una perspectiva sociocultural  
en la clase de Ciencias.  
Elementos conceptuales y propuestas didácticas**  
ISBN 978-628-7519-59-6

Ángel Enrique Romero-Chacón  
Diana María Rodríguez Ramírez  
James Stevan Arango Ramírez  
Paula Andrea Amelines Rico  
Yaneth Liliana Giraldo Suarez  
Natalia Muñoz Candamil

Semillero de Investigación Algamesto  
Grupo de estudios culturales sobre las ciencias y su enseñanza —ECCE—  
Facultad de Educación  
Universidad de Antioquia

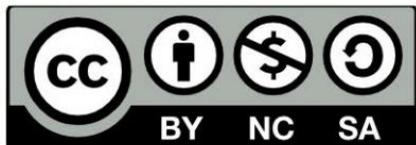
**Asesor editorial:**

Jorge Ignacio Sánchez  
E-mail: [maestrosqueescriben@gmail.com](mailto:maestrosqueescriben@gmail.com)

**Diseño y diagramación:**

Sandra Marcela Londoño R  
*Diseñadora gráfica*  
E-mail: [sandramarcela03@gmail.com](mailto:sandramarcela03@gmail.com)

Medellín, Colombia  
2022



# Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| — Presentación.....   | 5         |
| <b>1. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES.....</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1. La experimentación en la clase de ciencias.<br>Hacia una nueva perspectiva de su implementación .....  | 8         |
| 1.2. Reflexiones ciencia, tecnología,<br>sociedad/ambiente y el abordaje de cuestiones<br>sociocientíficas para promover un activismo sociopolítico.....                          | 14        |
| <b>2. PROPUESTAS DIDÁCTICAS.....</b>  | <b>19</b> |
| 2.1. Propuestas didácticas en la línea de experimentación para la<br>enseñanza de ciencias .....  | 19        |
| 2.1.1. Perspectivismo: estilos de razonamiento en<br>la física moderna.....   | 21        |
| 2.1.2. Hacia una comprensión de las interacciones<br>eléctricas desde la teoría de campos: un debate e<br>ntre las perspectivas newtoniana y cartesiana del<br>mundo físico ..... | 27        |
| 2.1.3. Conociendo el mundo de la energía y su<br>convertibilidad a través de la experimentación<br>exploratoria y el uso de instrumentos.....                                     | 35        |
| 2.2. Propuestas didácticas en la línea de reflexiones ctsa<br>en el abordaje de cuestiones sociocientíficas .....   | 43        |
| 2.2.1. Covid-19 y las medidas de contingencia, un<br>dilema para el medio ambiente .....  | 45        |
| 2.2.2. Plásticos de un solo uso: un dilema entre el<br>ambiente y el impacto económico .....  | 51        |
| 2.2.3. El atractivo y peligroso colorante presente en<br>nuestra comida .....   | 57        |
| SOBRE EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN .....   | 62        |
| SOBRE LOS AUTORES.....  | 63        |



# Presentación

El presente texto recoge algunos de los resultados de la cuarta cohorte del Semillero de Investigación *Almagesto*, del Grupo de Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza —ECCE—, de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), desarrollada entre el 2020 y 2021. El Semillero de Investigación *Almagesto* se ha constituido, desde su surgimiento en el año 2012, en un espacio de construcción social de conocimiento y de desarrollo de competencias investigativas de profesores en formación en el campo de las ciencias naturales y las matemáticas, a partir de la reflexión sobre su qué-hacer docente bajo la consigna de “aprender a investigar investigando”. Bajo esta perspectiva, son propósitos del Semillero: i) Destacar la importancia de los estudios históricos y epistemológicos de las ciencias, como ejes articuladores tanto para la comprensión y análisis de los principales paradigmas del conocimiento científico, como para la construcción de alternativas pedagógicas para su enseñanza, y ii) Contribuir al diseño, implementación y sistematización de proyectos de investigación en la enseñanza y/o aprendizaje de las ciencias naturales, que se fundamenten en reflexiones surgidas de la historia y la epistemología y la sociología de las ciencias.

Para esta cohorte, el Semillero focalizó sus acciones en compartir con los profesores en formación ciertas discusiones y tópicos relacionados con dos temáticas

de investigación desarrolladas por el grupo ECCE, a saber: *La experimentación en la enseñanza de ciencias*, y *Reflexiones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente —CTSA— en el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas*. Como resultado de tales las actividades adelantadas por estudiantes y profesores del Semillero, se sintetizan en este texto algunas reflexiones conceptuales y propuestas didácticas, dirigidas a profesores de ciencias naturales y susceptibles de implementarse en diferentes contextos y niveles educativos.

El texto está organizado en dos partes. En la primera se presentan los fundamentos de las dos temáticas objeto de reflexión en el Semillero. En *La experimentación en la clase de ciencias, hacia una nueva perspectiva de su implementación*, se analiza el papel de la experimentación en la construcción de conocimiento científico en el aula. En particular, se examina cómo algunas reflexiones surgidas de la historia y la epistemología de las ciencias permiten fundamentar el diseño y construcción de actividades experimentales para la clase de ciencias (a nivel básico, medio y superior), que contribuyan al análisis y comprensión de algunos fenómenos de las ciencias naturales, y que privilegien a la vez prácticas dialógicas de construcción social de conocimiento (i.e. proponer, defender, negociar y validar significados y representaciones). En las *Reflexiones CTSA y el abordaje de cues-*

*tiones socio científicas para el desarrollo del activismo sociopolítico en las clases de ciencias naturales*, por su parte, se discute cómo a partir de estudios sobre el giro sociológico de las ciencias, la divulgación científica, el enfoque CTS y las controversias sociocientíficas, se promueve la construcción social de conocimiento en el aula, poniendo énfasis en las relaciones que tiene la actividad científica con aspectos de orden social, político, ético y ambiental; asimismo, se destaca el papel del lenguaje y la argumentación en la elaboración y sustentación de las teorías científicas en contextos de debate.

En la segunda parte del texto se presentan diseños particulares de seis propuestas didácticas del área de enseñanza de las ciencias, fundamentadas en las temáticas investigativas descritas, y potencialmente implementables en diferentes niveles educativos (básico, medio y superior). En cada una de las propuestas didácticas se explicitan los objetivos de en-

señanza y aprendizaje, el nivel educativo al cual se dirige, los recursos necesarios para su implementación, y se describen los materiales y actividades concretas a realizar. Asimismo, se recomiendan actividades adicionales para complementar la propuesta, y se presenta la bibliografía de apoyo para profundizar en la temática abordada.

El texto está dirigido a profesores de ciencias naturales, en formación y en ejercicio, y en general a aquellas personas que, por su formación o gusto, se inquieten en indagar por las problemáticas de la enseñanza de las ciencias. Esperamos que se constituya en un referente de propuestas que, a modo de caja de herramientas, permita vislumbrar posibles caminos para la fundamentación y diseño de actividades de enseñanza en la clase de ciencias que, alejadas de miradas instrumentalistas, posibiliten el tránsito hacia una perspectiva socio-cultural de la enseñanza de las ciencias.

# 1.

# FUNDAMENTOS CONCEPTUALES



## 1.1. LA EXPERIMENTACIÓN EN LA CLASE DE CIENCIAS. HACIA UNA NUEVA PERSPECTIVA DE SU IMPLEMENTACIÓN<sup>1</sup>

La experimentación en la clase de ciencias se constituye en una problemática particularmente interesante y fructífera para adelantar reflexiones acerca de la enseñanza de las ciencias, tanto por la estrecha relación que puede establecerse entre esta dimensión y los procesos de construcción de conocimiento científico escolar, como porque su modo de significarla e implementarla devela, a su vez, un modo particular de asumir la ciencia.

Generalmente se afirma que las ciencias naturales (física, química y biología) tienen un carácter experimental. A pesar de este consenso, la forma como se asume el papel de la experimentación en la dinámica de constitución del conocimiento científico es de muy diversa índole. Se puede decir que la forma más usual de considerar el experimento en las ciencias, y a su vez la más generalizada en el ámbito educativo, es aquella por la cual se asume que realizar un experimento es tomar una serie de informaciones y datos del mundo físico —es decir, de la naturaleza—, haciendo uso de ciertos procedimientos e instrumentos, y manipularlos para establecer qué tanto se acercan a los resultados esperados desde la teoría. Desde esta perspectiva, se considera que un buen experimentador es quien tiene la habilidad de obtener dichos datos de la manera más exacta posible; si los datos de una experiencia se alejan de lo esperado, se debe buscar la causa en la

precisión de los procedimientos e instrumentos utilizados (Malagón *et al.*, 2011).

En el ámbito educativo, esta forma de asumir la experimentación presenta graves inconvenientes, ya que impide la adecuada comprensión del proceso de construcción conceptual, propio de la actividad científica. Por una parte, por medio de ella se asume una clara separación entre teoría y experimento al considerar que, en la construcción de una teoría, el aspecto experimental no interviene y que, de igual forma, para la realización de un experimento la teoría no influye. Por otra parte, se considera que el experimentador es totalmente ajeno tanto a la construcción teórica como al diseño del experimento mismo: la dimensión empírica solo aparece una vez, la teoría está constituida y sus datos se consideran absolutos pues, de alguna manera, develan las leyes y conceptos científicos preexistentes. Consecuentemente, esta situación convierte a la clase de ciencias en un monólogo en el cual el docente es quien plantea los problemas y, a la vez, los resuelve; y ubica a los estudiantes como sujetos externos y pasivos en el proceso de construcción de conocimiento científico escolar.

Tomando como base de análisis que el modo de significar la relación entre la teoría y la experimentación, y de implementarla en la clase de ciencias, es sub-

<sup>1</sup> Las reflexiones aquí presentadas son retomadas de Romero (2013b) y Romero & Aguilar (2013).

sidiario de un modo particular de asumir la naturaleza de la actividad científica, se exponen a continuación algunos aportes de reflexiones de la historia, la filosofía y la sociología de las ciencias que contribuyen a re-significar el rol de la experimentación en la enseñanza de las ciencias.

### **La interdependencia entre la dimensión teórica y la dimensión experimental**

Reconociendo la importancia de la experimentación en la constitución y desarrollo de la actividad científica, recientes estudios históricos y filosóficos de las ciencias han señalado la necesidad de superar la mirada clásica —o heredada— de la filosofía de la ciencia, que resalta una visión acumulativa del conocimiento y una sobrevaloración de la dimensión teórica sobre la dimensión experimental, a favor de la constitución de un *enfoque integral* de la actividad científica que permita asumir la interdependencia de la experimentación y la teorización en la construcción del conocimiento (Hacking, 1996; Ferreirós y Ordóñez, 2002; Iglesias, 2004). Como lo resalta Iglesias (2004), aunque en la construcción del conocimiento científico se habla usualmente del mundo del pensamiento y del mundo de la realidad —es decir, de la teoría y el experimento—, de lo que se trata cuando se hace ciencia es de ver el modo en que los pensamientos y la vida experimental *concuerdan* hasta darnos la idea de que, efectivamente, conocemos algún aspecto de la naturaleza o de la realidad. Fue justamente en la segunda mitad del siglo XIX cuando se configuró esta forma de plantear la relación teoría-experimento. Esta época vivió una reflexión sistemática sobre el rol de la experimenta-

ción en la organización de los fenómenos, que contribuyó al planteamiento de métodos alternativos en los que se resignificó la misma actividad científica como un proceso dialéctico entre la dimensión teórica y la dimensión experimental. La reflexión sobre cuestiones como las siguientes orientaron la constitución de esta perspectiva fenomenológica del mundo físico: ¿Qué relación se puede establecer entre la experiencia sensible y las formalizaciones propiamente dichas? ¿Un diseño experimental puede ser independiente de los procesos de conceptualización y formalización? ¿Tiene sentido hablar de los fenómenos por fuera de los marcos teóricos en los que estos se conciben? Desde esta manera de ver, el experimento desempeña un nuevo papel: deja de ser subsidiario de la teoría y se significa como una actividad interdependiente y complementaria a los procesos de teorización; es decir, las dos son asumidas como dimensiones constitutivas de la actividad científica (Romero & Aguilar, 2013). Se configura, así, otra manera de plantear la relación entre la dimensión teórica y la dimensión experimental: el producto de este proceso interactivo de los elementos intervinientes es el resultado de una adaptación recíproca de los métodos y técnicas experimentales y los aspectos teóricos, proceso que no es lineal ni tiene una dirección establecida.

### **El papel del instrumento en la fabricación de efectos y hechos científicos**

Como resultado de reflexiones de la perspectiva sociológica del conocimiento científico, desde la década de 1980 se ha venido fortaleciendo un enfoque que tiene como propósito el estudio de las formas como acontece la práctica cien-

tífica, por medio de la identificación y observación naturalista de los episodios que le son propios (Iglesias, 2004). De acuerdo con esta imagen, "no sólo la construcción del conocimiento científico tiene un carácter socio-cultural; es igualmente tributario de tal carácter lo que llamamos 'realidad natural' —o naturaleza" (Romero & Aguilar, 2013, p. 39). Dos aspectos son característicos de este enfoque: de una parte, el énfasis en que *lo natural* y *lo social* sean tratados simétricamente y que se propenda a mostrar la interdependencia existente entre ellos (Latour & Woolgar, 1995; Shapin, 1991); de otro lado, la relevancia de los denominados "elementos materiales" (serie de instrumentos, experimentos y técnicas fabricados para la producción científica) en la comprensión y análisis de las formas como se ha asumido y practicado la ciencia a lo largo de la historia (Hacking, 1996; Pickering, 1995). Es en este sentido que Shapin (1991), a propósito de los análisis de las controversias sobre las experiencias con la máquina neumática de Boyle alrededor de 1660, considera el hecho científico como una categoría epistemológica y sociológica. Esta categoría, asumida como fundamento de la filosofía experimental y de su valor en tanto conocimiento válido, es "un producto de la comunicación y de la forma social necesaria para sostener y favorecer tal comunicación" (Shapin, 1991, p. 4). Por su parte, Latour (1991) no solo reclama la necesidad de tratar los conocimientos científicos igualitariamente con respecto a otras creencias sociales, sino que insiste en que se debe admitir que tales conocimientos son, al mismo tiempo, sociales y naturales.

Como lo señala Romero (2013), desde esta perspectiva el laboratorio es un espacio privilegiado para el análisis de la

construcción de conocimientos científicos; por medio de él, Latour y Woolgar (1995) muestran "cómo los científicos están constantemente abocados a convencer y ser convencidos de aceptar como *hechos* las explicaciones que construyen y, consecuentemente, que sus prácticas están inmersas en procesos discursivos de debate y argumentación" (Romero, 2013, p. 50). Este carácter histórico, fabricado, de la realidad natural ha otorgado un papel protagónico a los instrumentos, procesos de medida y técnicas experimentales utilizados en la actividad científica. Estos elementos "no sólo son el nexo o canal de comunicación entre nuestros pensamientos y aquello que denominados naturaleza, sino que se convierten en la *condición de posibilidad* de los efectos científicos y los fenómenos naturales" (Romero & Aguilar, 2013, p. 49). Así, se puede afirmar que tanto los hechos científicos como los instrumentos tienen un carácter fabricado y, consecuentemente, es posible establecer una relación de constitución entre teorización y experimentación. El instrumento adquiere sentido en un contexto problemático en el cual se crean condiciones para su funcionalidad, y éste, a su vez, responde a las intencionalidades del sujeto en su intento de organizar los fenómenos en consideración.

### **La importancia de la experimentación cualitativa y exploratoria**

La clasificación cuadripartita de los experimentos propuesta por Ferreirós y Ordóñez (2002) resulta particularmente relevante. Según estos autores, atendiendo al rol atribuido a la experimentación en su relación con la dimensión conceptual, así como a la intención y propósito de quienes la utilizan, es posible realizar una doble

distinción de la experimentación. Por una parte, está la distinción entre experimentación cualitativa y experimentación cuantitativa y, de otra parte, la diferenciación entre experimentación exploratoria y experimentación guiada. La primera distinción trata de superar el supuesto, influenciado por las versiones simplificadas del método científico, según el cual se sugiere que todo el proceso de elaboración de teorías científicas comienza con mediciones y datos cuantitativos precisos. Contrario a esta consideración, los autores señalan que los experimentos cualitativos han sido una parte fundamental de los *procesos de formación de conceptos*, aspecto indispensable de los procesos de formación de datos. La segunda distinción, por su parte, intenta restablecer el desequilibrio de la "carga teórica de la observación", para dar lugar igualmente a una "carga experimental de la teoría". Con el término *experimentación guiada* se quiere significar aquellos procedimientos y diseños experimentales previstos y desarrollados en el marco de teorías claramente establecidas. Usualmente, esta clase de experimentos son asumidos como prototipo de la experimentación en general, probablemente porque implican mediciones de magnitudes físicas. La experimentación exploratoria, por su parte, está principalmente presente en las primeras fases del desarrollo de una ciencia. En la medida que esta clase de experimentación acontece cuando se está aún lejos de tener conceptos y principios teóricos adecuados y bien desarrollados, su finalidad principal es la identificación y estabilización de regularidades empíricas en alguna clase particular de fenómenos.

A pesar de que, precisamente por las imágenes de la relación teoría-experimen-

tación que privilegian una visión empirista-positivista, la experimentación cualitativa y la exploratoria no han sido bien reconocidas ni analizadas, no significa que sean poco relevantes desde el punto de vista epistemológico; por el contrario, su contribución a la configuración de nuevos conceptos y al desarrollo de nuevas perspectivas explicativas es fundamental. Así, es en el marco de formación de nuevos conceptos y perspectivas, que la experimentación exploratoria alcanza su poder e importancia únicos; allí, la acción y la conceptualización se estabilizan o desestabilizan mutuamente (Steinle, 1997).

Por medio de estas reflexiones se pretende contribuir a desvirtuar aquella imagen del conocimiento científico, a partir de la cual se ha propiciado una disociación entre la teoría y el experimento, así como una separación entre estas dos dimensiones y el sujeto que experimenta. Se espera que estos análisis contribuyan a cualificar la enseñanza de las ciencias, en la medida en que se asume que las formas particulares de identificar y abordar las diversas y complejas problemáticas de la enseñanza de las ciencias están estrechamente relacionadas y condicionadas por la particular relación que el docente establece con el saber que enseña: las ciencias. En particular, superar la perspectiva empiro-positivista y la correspondiente sobrevaloración del carácter instrumental de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias requiere la configuración e implementación de una nueva perspectiva de la experimentación en la clase de ciencias que incorpore reflexiones acerca de la Naturaleza de las Ciencias (NdC) fundamentadas en una mirada sociocultural de la construcción de conocimiento cien-

tífico. Es decir, una perspectiva acerca de la NdC que permita visibilizar la pluralidad y el cambio constante en las preguntas, explicaciones, procedimientos y cánones de cientificidad y, al mismo tiempo, posibilite develar la incertidumbre y el carácter inacabado del conocimiento. Una tal perspectiva se convierte en un espacio propicio

para poner en relación los procesos epistémicos inherentes a enseñar a hacer ciencias —proponer, defender, negociar, validar y compartir significados y representaciones— y aquellos concernientes a enseñar acerca de las ciencias —provisionalidad, dialéctica de la relación entre la teoría y el experimento—.

## Referencias bibliográficas

- Ferreirós, J., y Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica-Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47-86.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir* (Trad. S. F. Martínez). México: Universidad Nacional Autónoma de México/Paidós.
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: Una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Opción, año, 44*, 98-119.
- Latour, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. París: La Découverte.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio: la construcción de hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Malagón, J. F. et al. (2011). *El experimento en el aula: Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes*. Bogotá: Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Pickering, A. (1995) *The mangle of practice. Time, agency and science*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Romero Chacón, Á., Aguilar Mosquera, Y., & Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *Revista de Investigación Educativa, (23)*, 75-98.
- Romero, A. (2013). La experimentación como potenciadora de reflexiones sobre la Naturaleza de las ciencias. En F. Malagón, M. Ayala & S. Sandoval, *El experimento en el aula. Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes* (pp. 39-55). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Romero, A. (2013b). Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza: el caso de la experimentación en la clase de ciencias. En Romero, A, Henao, B. y Barros, J. *La argumentación en la clase de ciencias. Aportes a una educación en ciencias en y para la civildad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. (pp. 71-98). Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.
- Romero, A., & Aguilar, Y. (2013). La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemo-



lógico con fines didácticos. Medellín: Universidad de Antioquia.

Shapin, S. (1991). Una bomba circunstancial. La tecnología literaria de Boyle. Tomado de Callon, Michel y Latour, Bruno, *La science telle qu'elle se fait, La découverte*, París, 1991. Traducido por Germán Pineda, Universidad Nacional, Santafé de Bogotá, 1995.

Steinle, F. (1997). Entering New Fields: Exploratory Uses of Experimentation. *Philosophy of Science*, Vol. 64, Supplement. Proceedings of the 1996 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers (Dec. 1997), pp. S65-S74.



## 1.2. REFLEXIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD/AMBIENTE Y EL ABORDAJE DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS PARA PROMOVER UN ACTIVISMO SOCIOPOLÍTICO

Con una tradición en educación de unos 40 años aproximadamente, los estudios sobre Ciencia, Tecnología, y Sociedad —CTS— han sido apropiados por la mayoría de países del mundo. Colombia no es la excepción, pues fueron incorporados a partir de la Ley General de Educación en 1994 y en el Plan Decenal de Educación 1996, en conjunto con la Educación Ambiental y tienen como propósito fomentar la cultura científica y tecnológica a partir de una conciencia crítica hacia la investigación y la experimentación científica (Quintero, 2010).

En el año 2004, estos estudios se incorporaron en los Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Aunque la incorporación de competencias específicas que permitan un análisis de los peligros que pueden originar los avances científicos y tecnológicos, sin duda alguna supone una mejora crucial en la enseñanza de las ciencias en el país, se considera que, tanto en los estándares como en la práctica docente, sigue predominando hasta el día de hoy un énfasis en conceptos científicos rígidos.

A propósito, Hodson (2004, p 2) manifiesta que

“lamentablemente la ciencia es considerada como un cuerpo de conocimiento que puede ser transmitida por los maestros, memorizada por los estudiantes, y reproducida en los exámenes” y afirma

que “la ciencia es a menudo retratada como la búsqueda personalizada y desinteresada de la verdad, independiente de la sociedad en la que se practica y al margen de las emociones humanas normales, valores y convenciones”.

Por su parte, Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005) argumentan que, si bien la educación CTS enfatiza el impacto de la ciencia y el desarrollo tecnológico en la sociedad, no se centra explícitamente en las cuestiones ético-morales incrustadas en la toma de decisiones:

La educación CTS tal como se practica actualmente ... solo “señala” dilemas éticos o controversias, pero no necesariamente explota el poder pedagógico inherente del discurso, la argumentación razonada, consideraciones explícitas de la Naturaleza de la Ciencia, conexiones emotivas, de desarrollo, culturales o epistemológicas dentro de los problemas mismos ... ni considera la moral o el desarrollo del carácter de los estudiantes (p. 359).

Las limitaciones mencionadas sobre el CTS tradicional y la educación en ciencias en general, llevaron a que autores como Hodson (2004) y Zeidler et al. (2005) coincidieran en que era necesario “ir más allá del enfoque CTS”, dado el auge de los impactos sociales de la ciencia y la tec-

nología, la debilidad en la promoción de la alfabetización científica, y la persistencia de visiones positivistas de la ciencia que no ayudan al desarrollo del pensamiento científico crítico en los estudiantes ni les permiten comprender la Naturaleza de la Ciencia. En consecuencia, estos autores sugieren el abordaje de Cuestiones Socio-científicas.

Para Hodson (2021) es necesario abordar en las clases de ciencias naturales dilemas y controversias asociadas con:

- El hambre en el mundo, la alimentación saludable, los recursos alimentarios, la seguridad y la industria alimentarias.
- La calidad del aire, la contaminación atmosférica, la lluvia ácida y la destrucción de la capa de Ozono. La emisión masiva de los diferentes gases de efecto invernadero, el calentamiento global y el cambio climático.
- La escasez de los recursos hídricos y la producción de energía, la crisis energética y las energías alternativas.
- La tecnología para la guerra, armas de destrucción masiva (armas químicas, armas biológicas y reacciones nucleares).
- La salud humana y las enfermedades.
- El uso del suelo y los recursos minerales.
- El uso de sustancias peligrosas o tóxicas, además de los agrotóxicos y los aditivos alimentarios.

- La extinción de plantas y animales, destrucción de hábitats silvestres, introducción de especies invasoras, caza y tráfico ilegal (muy comunes en Colombia).

Sin duda, se pueden plantear muchas más temáticas y áreas de preocupación, algunas más visibles a nivel local y otras a nivel global. En este sentido, y centrados en estos intereses, se establecen los propósitos que se desean alcanzar con el abordaje de algunas de estas problemáticas en las clases de ciencias naturales, con base en los objetivos de aprendizaje planteados por Hodson (2021), que apuntan a que los estudiantes puedan:

*Aprender ciencias:* adquirir y apropiarse un lenguaje científico, una comprensión sólida de algunos conceptos, ideas y principios fundamentales, teorías de la ciencia y la capacidad de usarlas apropiada y efectivamente tanto en el mundo real como en situaciones simuladas. Para nosotros, esto implica el desarrollo de un pensamiento científico.

*Aprender sobre ciencia y práctica científica:* desarrollar una comprensión de las características de la investigación científica, el papel y el estado del conocimiento que genera, las circunstancias sociales e intelectuales que rodean el origen y desarrollo de importantes teorías científicas, las formas en que la comunidad científica establece y supervisa la práctica profesional, incluida una clara comprensión de las convenciones lingüísticas para informar, defender, escudriñar y validar las afirmaciones científicas, y conciencia de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente.

te. Para nosotros, significa problematizar los usos y la divulgación de la ciencia y la tecnología, así como promover reflexiones metacientíficas o aprender sobre la Naturaleza de la Ciencia.

*Hacer ciencia:* participar y ganar experiencia en el diseño y la realización de investigaciones científicas, resolución de problemas, modelado y construcción de teorías, comunicación de hallazgos y conclusiones a otros.

*Abordar Cuestiones Sociocientíficas:* desarrollar las habilidades críticas para confrontar lo científico con aspectos sociales, económicos, ambientales y ético-morales de las Cuestiones Sociocientíficas, y encontrar formas socialmente responsables de responder a las problemáticas del contexto.

Para cumplir con estos objetivos, el mismo autor propone que las actividades de aula estén permeadas por los siguientes criterios:

- Apreciar con los estudiantes el impacto social y ambiental de los cambios científicos y tecnológicos, reconociendo que la ciencia y la tecnología están, en cierta medida, determinadas culturalmente.
- Entender que las decisiones sobre el desarrollo científico y tecnológico se toman en favor de intereses y que los beneficios acumulados para algunos pueden ser a expensas de otros. Los avances en la ciencia y la tecnología están indisolublemente ligados con la distribución de la riqueza y el poder.
- Abordar con los estudiantes controversias que les permitan aclarar valo-

res, resolver dilemas éticos, formular y desarrollar opiniones propias y justificarlas a través de discusiones y argumentos.

- Preparar y tomar acciones responsables e informadas en materia ambiental, lo que implica aprender sobre la acción, aprender a través de la acción y aprender de la acción (acciones sociopolíticas).

Finalmente, queremos presentar desde la Didáctica de las Ciencias Naturales, cuáles aportes tenemos en cuenta para el desarrollo de las propuestas educativas que presentaremos más adelante. Ellas son: el Ciclo del Aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996) y las Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje, con base en los aportes de (Linjse, 2000) y (Meheut y Psillos, 2004).

### **A manera de cierre**

Esta línea de investigación se considera supremamente relevante para transformar las prácticas educativas relacionadas con la enseñanza de las ciencias naturales en la actualidad; pues cada vez se hacen más evidentes los vínculos entre los intereses políticos y económicos con las prácticas científicas y, en consecuencia, se hacen más visibles los impactos a nivel social y ambiental de los desarrollos científicos y tecnológicos. No es suficiente con ser críticos de sillón, es necesario promover en los estudiantes acciones responsables y efectivas que se basen en conceptos científicos y, también, en reflexiones sobre la Naturaleza de la Ciencia desde una perspectiva crítica y sociocultural de la misma, lo que denominamos "reflexionar sobre los usos de la ciencia".

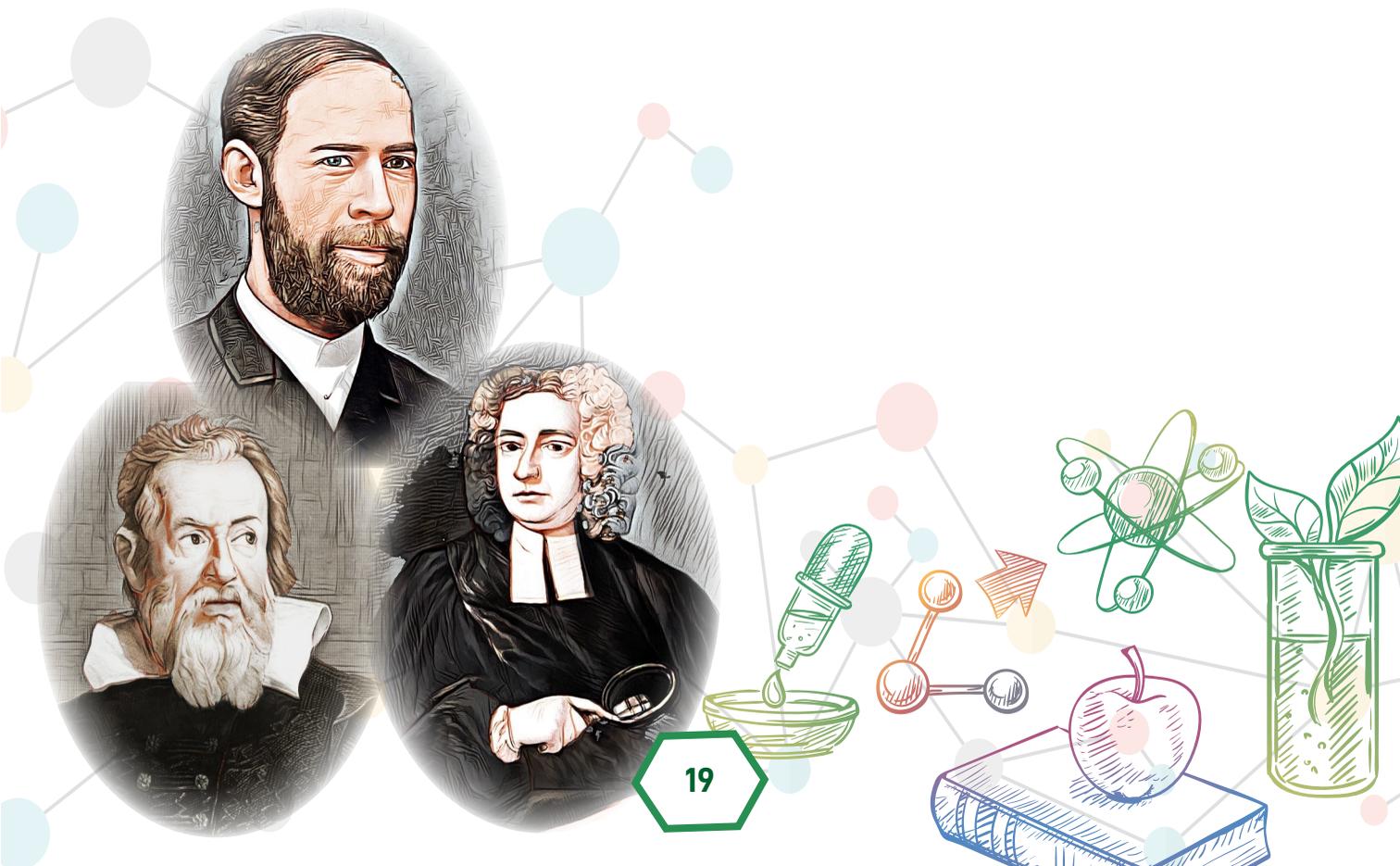
## Referencias bibliográficas

- Hodson, D. (2004). Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. *Science Education Review*, v3 n1 p2-7
- Hodson, D. (2021). Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* volume 20, pages592-622
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y las matemáticas. Barcelona. Ministerio de Educación y Cultura.
- Lijnse, P. (2000). Didactics of science: ¿the forgotten dimension in science education research? En R. Millar, J. Leach, J. Osborne (eds.) *Improving science education: The contribution of research*, Buckingham: Open University Press. Pp. 308-326.
- Meheut, M. y Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Quintero, C. A. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Revista Zona Próxima*. Instituto de Estudios en Educación, Universidad del Norte. N° 12,
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.



## 2. PROPUESTAS DIDÁCTICAS

### 2.1. PROPUESTAS DIDÁCTICAS EN LA LÍNEA DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS





## 2.1.1. Perspectivismo: estilos de razonamiento en la física moderna

*Edgar Johan Arboleda Mira*

### Objetivos de enseñanza

- ★ Promover la comprensión y argumentación en los estudiantes sobre los estilos de razonamiento en la teoría mecánica, a partir del debate de las ideas de Einstein.
- ★ Propiciar entornos de experimentación mental sobre fenómenos físicos desde diversas perspectivas para la resignificación del laboratorio como escenario de conocimiento.

### Objetivos de aprendizaje

- ★ Comprender diversas representaciones del movimiento relativo, los sistemas de coordenadas y la relación peso inercia.
- ★ Comunicar ideas y conocimientos científicos a partir de la construcción de explicaciones basadas en el razonamiento y análisis de un fenómeno físico.

### Recursos para realizar la propuesta

Un hilo, pita o cuerda, dos objetos rectangulares de poco peso, un pedazo de tela y canicas de distintos tamaños.

### Acondicionamiento de espacios

La propuesta es apta para todo espacio, su orientación puede ser llevada a cabo de manera virtual o presencial.

### Niveles de trabajo

En educación media, se propone para los grados décimo u once.

### Estándares básicos

- ★ Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento circular uniforme.
- ★ Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos.
- ★ Identifico tipos de movimiento en seres vivos y objetos, y las fuerzas que los producen.

### Derechos básicos de aprendizaje

Describe la función que cumplen fuerzas en una máquina simple para generar movimiento.



## Introducción

En esta propuesta didáctica se plantea llevar al aula de física una perspectiva de enseñanza que posibilite la introducción de aspectos relacionados con la naturaleza de las ciencias. Uno de los objetivos es acercar a los estudiantes a nociones como la verdad, realidad, percepción y experimentación como medio para cultivar el pensamiento crítico. Así mismo, busca diversificar la enseñanza de las ciencias, al promover una idea de ciencia como actividad humana situada a un momento histórico, en el que inciden numerosos factores como: distintas formas de percibir la naturaleza, de interpretar hechos históricos, de hacer ciencia, problematizar la verdad o validar el conocimiento.

En este contexto, toma relevancia que, de manera general, en la enseñanza media no se enseñan conceptos de física moderna y, en particular, la fuerza gravitacional se entiende como una interacción entre cuerpos (Einstein et al., 1983, p. 47). Sin embargo, en concordancia con diversas investigaciones (Aubrecht, 1986, Stannard, 1990, Kalmus, 1992, Swinbank, 1992) se plantea también en esta actividad la oportunidad para introducir aspectos de la física moderna en el aula, como aspectos motivadores que promueven la física como una actividad humana actual y cercana a los estudiantes.

Similarmente, la experimentación mental planteada se ha mostrado como una herramienta didáctica indispensable en la enseñanza de la física moderna (Macías, 2014). Así mismo, ha sido empleada

por importantes científicos como Mach (1987) y Einstein (1983) en la revolución científica moderna, brindando la posibilidad de construir conocimiento no solo en los laboratorios.

### Descripción general de actividades

Vista como una actividad humana, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias conecta el conocimiento con las formas de ser de las personas. En este sentido, esta propuesta desarrolla alternativas para la experimentación, producción y comunicación de la física, en la búsqueda de reflexiones situadas en la mecánica de Einstein que incentiven a los estudiantes y contribuya al desarrollo de habilidades argumentativas.

### Actividad de exploración e introducción

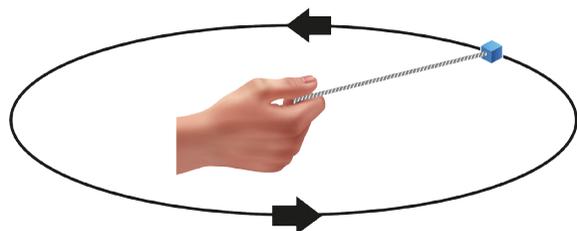
#### *La fuerza invisible*

Es común aceptar que, en presencia de una fuerza los objetos sean acelerados. Así, de manera cotidiana, cuando empujamos un objeto este se mueve y sigue una trayectoria determinada; cuando una pelota se lanza con un cierto grado de inclinación, decimos que describe una trayectoria parabólica; cuando empujamos una caja a lo largo del suelo sin variar su dirección, notamos que sigue una línea recta. Sin embargo, es posible realizar otros análisis sin recurrir a aspectos como la fuerza o la trayectoria si pensamos en otros factores como la forma del espacio que contiene a los objetos.

En esta primera actividad de exploración, es necesario poner en relación los modelos iniciales con los que los estudiantes realizan observaciones sobre el movimiento de los cuerpos, las interacciones entre fuerzas y cómo las trayectorias se ven afectadas por el espacio que los contiene. Para ello, al inicio de la sesión, se plantea a los estudiantes una actividad experimental con la cual se planteen preguntas y se lleven a cabo discusiones sobre por qué y cómo ocurre un fenómeno.

Por una parte, empleando una cuerda y un objeto amarrado a uno de sus extremos

*Figura 1.1. Esquema de un objeto en movimiento circular.*

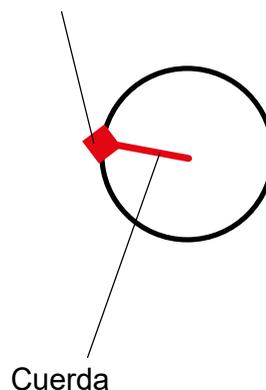


Por otra parte, empleando un trozo de tela y las canicas en grupos de tres estudiantes, se realiza el montaje (ver figura 1.3) para que se imaginen las condiciones que intervienen cuando un objeto gira en torno a otro de mayor masa. La idea es que los estudiantes describan el movimiento y se cuestionen el por qué se lleva a cabo de esa manera, qué tiene que ver la forma que produce la canica sobre la tela, cómo se establecen las relaciones entre los distintos elementos y cómo el espacio mismo interviene en la trayectoria.

(ver figura 1.1 y 1.2) en grupos de tres estudiantes, se establece una discusión en donde se explique cómo sucede el movimiento del objeto, cuáles fuerzas intervienen en su movimiento, qué es una fuerza ficticia, y cuál es la dificultad al utilizar fuerzas ficticias a la hora de explicar su movimiento. Un buen ejemplo para incentivar la discusión es plantear la experiencia de viajar en un automóvil que frena, o cuando se realiza un movimiento circular como el que ocurre en una rotonda o una curva cerrada. ¿Cuál es la fuerza que actúa en este caso? ¿Qué es lo que empuja los objetos o personas que viajan en su interior?

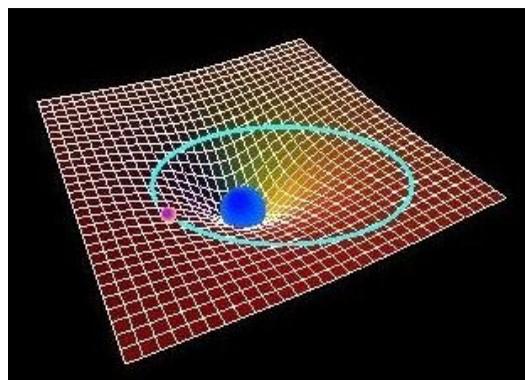
*Figura 1.2. Esquema del montaje para el movimiento circular.*

Objeto pequeño



Cuerda

*Figura 1.3. Esquema del montaje gravitacional.*



Sobre la experimentación: Es fundamental en esta propuesta tener en cuenta

que la experimentación se lleva a cabo no como una verificación de los hechos presentados por el científico. En su lugar, se propone la búsqueda de explicaciones por parte de los estudiantes, el papel de la discusión en la construcción de significados, la intervención de los argumentos de los otros en la validación y contraste de los argumentos propios, y el lugar del consenso/disenso en un debate. Para ello, se recomienda en esta parte de la actividad tomar un espacio para la reflexión sobre asuntos como:

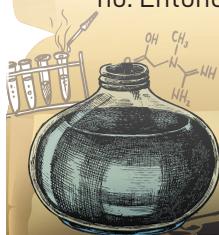
- ¿Cómo se hace ciencia?
- ¿Alguna de las perspectivas es más válida que la otra?
- ¿Qué es una explicación científica y una explicación no científica de un fenómeno?

## Actividad de estructuración y desarrollo

### *Siguiendo una trayectoria*

En el proceso de aprendizaje de las ciencias es relevante que los estudiantes puedan escribir sus propias explicaciones, esto permite clarificar y estructurar las ideas en la búsqueda de mejores procesos de argumentación. En esta actividad, el docente debe incentivar a los estudiantes a realizar de manera individual la lectura del siguiente apartado o una adaptación de "El andamiaje mecánico" (Einstein, & Infeld, 1986), con el fin de realizar primero un cuadro o lluvia de ideas (atendiendo al cómo y por qué sucede el fenómeno descrito); y posteriormente, construir un párrafo donde se explique el mismo fenómeno.

"A veces me gusta imaginar cosas como planetas, estrellas y universos. Otras veces pienso en viajes espaciales o en películas de ciencia ficción y me hago preguntas, ¿Qué sucedería si un objeto queda a la deriva en el espacio? En las películas se ha visto que quedar a la deriva en el espacio es como caer de un edificio; los objetos que caen no sienten su propio peso. Pero ¿qué significa caer en el espacio? Un hombre al interior de una nave espacial a la deriva, de hecho, no notaría que acelera. O sea, caer desde un edificio y estar a la deriva en el espacio son estados equivalentes, si pensamos en el peso como fuente de explicación para el fenómeno. Entonces, ¿cómo podríamos explicar este evento?"



### *Construyamos una explicación.*

Empleando una hoja de block realizamos un esquema de la situación y un cuadro donde se responda a las preguntas:

- ¿Por qué "cae" un objeto a la deriva en el espacio?
- ¿Cómo es la trayectoria que sigue un objeto a la deriva en el espacio?
- ¿Cómo vería un segundo hombre, desde una ubicación lejana, un objeto a la deriva?

## Actividad de diálogo y cierre

### *Debate perspectivista*

En esta propuesta de enseñanza de las ciencias es central reconocer que la ciencia se produce en interacción con los demás; o sea, tiene un componente dialógico en tanto la construcción, distribución y validación del conocimiento, se llevan a cabo en interacción con el profesor y los demás estudiantes. Por tanto, para esta actividad se lee y analiza de manera grupal e individual el siguiente fragmento de la obra de Einstein, con el cual se aproxima a los estudiantes a otras perspectivas e interpretaciones del fenómeno realizadas por el científico. Aquí, se busca que

los estudiantes comuniquen argumentos basados en sus propias explicaciones para los fenómenos presentados acudiendo a sus observaciones y conocimientos. En plenaria o mesa redonda los estudiantes presentan los argumentos de su perspectiva ya trabajada en los apartados anteriores. De manera especial, es central que se destaquen las explicaciones y respondan a las preguntas por el "cómo", el "por qué" y el "qué" del fenómeno. En esta parte de la actividad se promueve la búsqueda de una comunicación, las formas de interpretar y comprender las diversas perspectivas.

Fragmento de la obra de Einstein (1983):

"Imaginemos un sistema de coordenadas que mantiene un movimiento de rotación uniforme con respecto a un sistema inercial a la manera newtoniana. Las fuerzas centrífugas que se manifiestan en relación con este sistema, de acuerdo con las conclusiones de Newton, deben ser consideradas como efecto de la inercia. Pero estas fuerzas centrífugas son proporcionales a las masas de los cuerpos, tal como las fuerzas de la gravedad. ¿No sería posible en este caso considerar que el sistema de coordenadas está en reposo y que las fuerzas centrífugas son fuerzas gravitatorias? Esta interpretación parece muy clara, pero la mecánica clásica la prohíbe". (p. 39)



En este punto, cabe destacar las perspectivas que presenta el científico y algunas de sus interpretaciones.

Se dice que un sistema inercial se presenta cuando las fuerzas que actúan en el sistema cumplen las leyes de Newton (Einstein et al, 1983. p 37). En este caso, una fuerza real, es aquella en la que se establece un contacto directo entre dos cuerpos. En el movimiento circular, sin embargo, es

necesario introducir una nueva fuerza (ficticia o no real) que sirve como explicación para la variación de la trayectoria o velocidad que le sucede a un cuerpo en movimiento, y como consecuencia de mantener su estado inercial. Esto ocurre también, por ejemplo, cuando un pasajero de un vehículo en movimiento sufre una fuerza inercial (o ficticia) que lo desestabiliza a la hora de frenar.



Por otra parte, siguiendo los planteamientos de Einstein, podemos atribuirle una explicación diferente a este fenómeno si lo trasladamos a un nuevo espacio. Consideremos que, en presencia de materia/energía de manera local, el espacio "se deforma"; con lo cual el cambio en la trayectoria de un cuerpo en movimiento circular se debe a la forma del espacio mismo y no al efecto de una fuerza ficticia. El principio de equivalencia, según Einstein, plantea que "no se puede distinguir si un sistema dado es acelerado o si su movimiento es recto y uniforme y los efectos observados deben su origen al campo gravitatorio" (Einstein et al., 1983, p. 140). En este sentido, como se viene diciendo, el cambio en la trayectoria de un cuerpo en movimiento se debe a la geometría del espacio, no a las fuerzas ficticias.

Algunas posibles preguntas dinamizadoras que el profesor puede realizar mientras se lleva a cabo la actividad pueden ser:

- ¿Por qué un cuerpo en movimiento circular cambia de trayectoria cuando se libera de su eje de rotación?
- Cuando vamos en un vehículo en movimiento que toma una curva, sentimos una fuerza que nos desestabiliza. ¿A qué crees que se debe este cambio de trayectoria?
- Para Newton, una fuerza se presenta cuando se ejerce una presión sobre un cuerpo, ¿cómo podrías explicar que, en un movimiento circular como el observado en la tela, no sea necesaria una presión sobre un cuerpo para que este cambie su trayectoria? ¿Cómo interviene la deformación causada por la canica?

### Recursos extra

- Véase Movimiento circular uniforme. [https://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento\\_circular\\_uniforme](https://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento_circular_uniforme)
- Véase Principio de Mach. <https://web.archive.org/web/20050307024359/http://www.astrocosmo.cl/anexos/p-mach.htm>

## Referencias bibliográficas

- Aubrecht, G. (1986). Report on the conference on the teaching of modern physics. *The Physics Teacher*, 24(9), 540-546.
- Einstein, A., Álvarez Flores, J. M., & Goldar, A. (1983). Sobre la teoría de la relatividad y otras aportaciones científicas.
- Kalmus, P. (1992). Particle physics at A-level-the universities' viewpoint. *Physics Education*, 27(2), 62-64.
- Macías, C (2014). La experimentación mental en la formación de maestros de ciencias: Una alternativa para la enseñanza de la física moderna en la escuela [Trabajo de grado] Universidad de Antioquia.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 239-276.
- Stannard, R. (1990). Modern physics for the young. *Physics Education*, 25(3), 133.
- Swinbank, E. (1992). Particle Physics: a new course for schools and colleges. *Physics Education*, 27(2), 87-91.

## 2.1.2. Hacia una comprensión de las interacciones eléctricas desde la teoría de campos: un debate entre las perspectivas newtoniana y cartesiana del mundo físico

*Juan Pablo Acevedo Quevedo*

### Objetivos de enseñanza

- ★ Comprender a través de procesos experimentales la naturaleza de las interacciones eléctricas
- ★ Generar procesos de discusión alrededor de las diferentes perspectivas que fundamentan la construcción de la naturaleza de las interacciones eléctricas.

### Objetivos de aprendizaje

- ★ Construir dispositivos experimentales e identificar las diferentes variables físicas involucradas en las interacciones eléctricas.
- ★ Incentivar en los maestros en formación procesos argumentativos a partir del análisis teórico experimental de fragmentos sobre la construcción histórica de las interacciones eléctricas.

### Recursos para realizar la propuesta

Jabón, plato hondo, agua, tubo de PVC, un pitillo biodegradable, un generador de

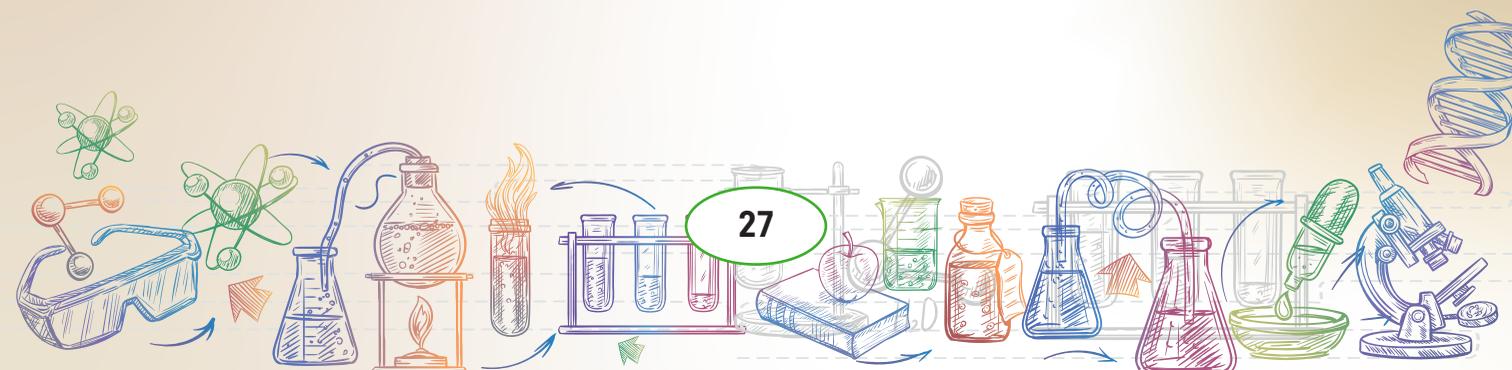
Van Der Graf (pantalla de televisor antiguo, pantalla de computador portátil o raqueta eléctrica), papel aluminio, aceite, una canica grande, semillas de té, un palo de madera, alambre conductor, una tasa de vidrio transparente grande y cinta de enmascarar.

### Acondicionamiento de espacios

La secuencia didáctica puede aplicarse en salones de clase o de manera virtual, puesto que, los materiales que se necesitan para realizar las actividades experimentales son fáciles de adquirir y los dispositivos experimentales son de fácil construcción. Sin embargo, en la actividad de cierre se necesitaría tener disponible un televisor antiguo, un computador portátil o una raqueta eléctrica.

### Niveles de trabajo

Programas de formación de maestros en física.





## Introducción

La secuencia didáctica toma como referente una visión fenomenológica de la enseñanza de las ciencias (Malagón, et. al, 2013) dentro de la cual el maestro se asume como un generador de contextos donde se construye y se valida el conocimiento (Aguilar, Mejía & Romero, 2016). Se destacan de esta perspectiva algunos elementos, dentro de ellos la idea de que los maestros en formación son pieza clave en los cambios que se requieren en la forma de enseñar física y la importancia de asumir las prácticas de laboratorio de una forma diferente a la clásica. Es por lo anterior, que para cada actividad se plantean una serie de preguntas que detonan procesos argumentativos, de forma tal que los maestros en formación asuman posturas acerca de lo que observan en los procesos experimentales. Aunado a lo anterior, se pretende acercar por medio del análisis de un ensayo a la construcción histórico-epistemológica de la naturaleza del fenómeno eléctrico.

### Descripción general de actividades

Con base en los planteamientos de Díaz (2013) la secuencia didáctica se divide en tres etapas denominadas actividad de apertura, actividades de desarrollo y actividad de cierre.

En la actividad de apertura se propone la lectura de un fragmento sobre la contribución de Stephan Gray a la construcción histórica del fenómeno eléctrico. Aunado a esto, se propone un proceso experimental acompañado de unas preguntas abiertas.

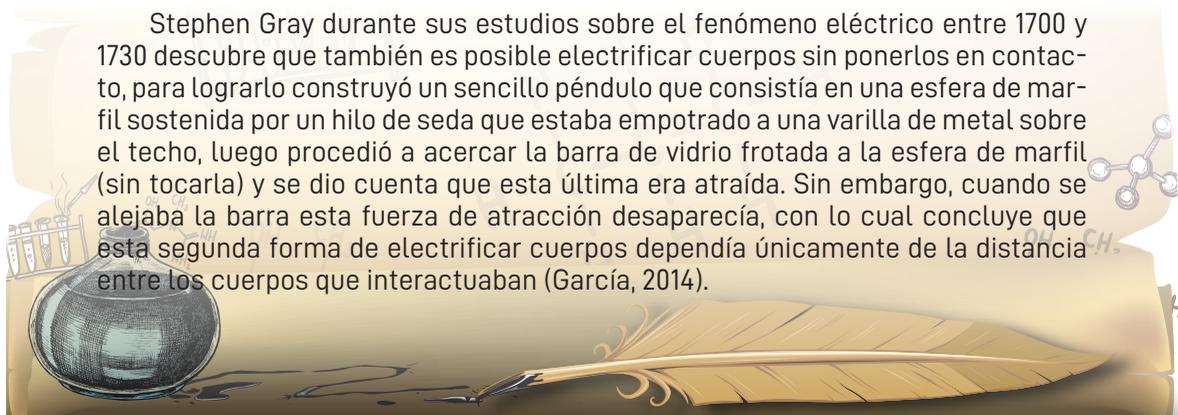
En la actividad de desarrollo se planea realizar un debate con base en el ensayo titulado *Una discusión con fines educativos sobre las perspectivas filosóficas que fundamentan la construcción del fenómeno eléctrico*. Así mismo, se propone un juego de roles con la finalidad de construir un debate.

En las actividades de cierre se propone la lectura de un fragmento sobre la contribución de Heinrich Hertz a la construcción histórica del fenómeno eléctrico. Además, se propone un proceso experimental acompañado de preguntas abiertas. Finalmente, se realiza un debate a la luz de unas actividades didácticas planeadas por los maestros en formación.

### Actividad de exploración e introducción

El maestro orientador debe proponer la lectura del siguiente fragmento:

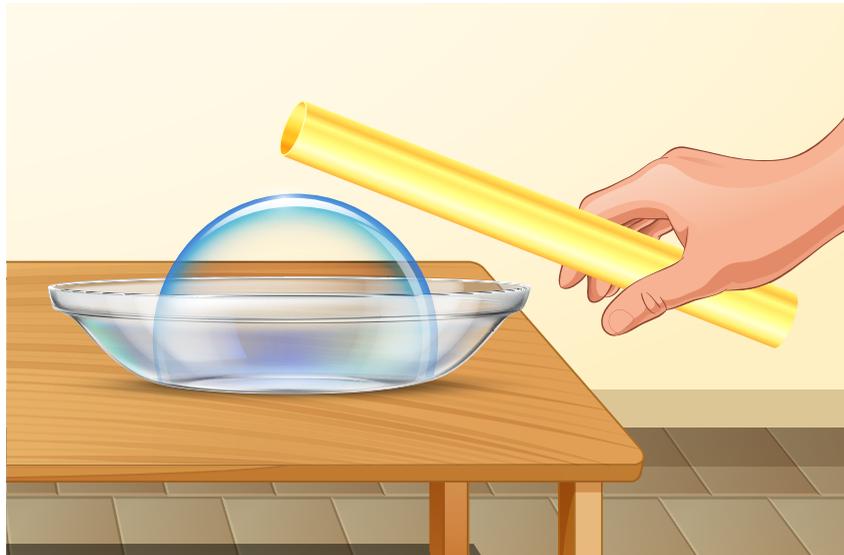
Stephen Gray durante sus estudios sobre el fenómeno eléctrico entre 1700 y 1730 descubre que también es posible electrificar cuerpos sin ponerlos en contacto, para lograrlo construyó un sencillo péndulo que consistía en una esfera de marfil sostenida por un hilo de seda que estaba empotrado a una varilla de metal sobre el techo, luego procedió a acercar la barra de vidrio frotada a la esfera de marfil (sin tocarla) y se dio cuenta que esta última era atraída. Sin embargo, cuando se alejaba la barra esta fuerza de atracción desaparecía, con lo cual concluye que esta segunda forma de electrificar cuerpos dependía únicamente de la distancia entre los cuerpos que interactuaban (García, 2014).



Luego, invita a los maestros en formación a construir el montaje experimental de la figura 2.1 y expone las preguntas propuestas, haciendo énfasis en la importancia de responder de manera argumentada.

*Actividad experimental: Jugando con bombas de jabón*

*Figura 2.1. Montaje experimental*



Se invita a depositar agua en un plato y mezclar con jabón, luego tomar un pitillo y soplarlo dentro del agua hasta que se produzca una bomba de jabón grande. Inmediatamente se frota un tubo de PVC con tela de algodón y, finalmente, se acerca a la bomba de jabón.

#### *Preguntas que orientan el debate*

- ¿Qué relación encuentras entre este montaje experimental y el construido por Gray en el fragmento?
- ¿De qué manera explicas la interacción entre el tubo de PVC y la bomba de jabón?
- Stephen Gray deduce, a partir de su experiencia, que la interacción entre cuerpos electrificados depende solamente de la distancia que los separa. Con base en tu proceso experimental, ¿estás de acuerdo o en desacuerdo con la conclusión de Gray? ¿Por qué?

#### **Actividad de estructuración y desarrollo**

##### *Lectura crítica*

Entregue por equipos una copia del ensayo *Una discusión con fines educativos sobre las perspectivas filosóficas que fundamentan la construcción del fenómeno eléctrico*, proponga a los maestros en formación una lectura cuidadosa donde se subrayen los aspectos que considera principales y posteriormente construyan un organizador gráfico (mapa semántico, mapa conceptual, organizador visual, mapa mental, etc.) que resuma el texto con sus propias ideas.



*Una discusión con fines educativos sobre las perspectivas filosóficas que fundamentan la construcción del fenómeno eléctrico.*

A lo largo de la historia muchos científicos han estudiado la naturaleza del fenómeno eléctrico, en otras palabras, sus estudios se han centrado en conseguir explicar por qué se presenta repulsión o atracción cuando interactúan dos o más cuerpos electrificados. Es menester destacar que dichos científicos poseían diferentes estilos de pensamiento (Fleck, 1986), en el sentido que basaban sus ideas

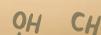
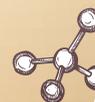
en dos cosmovisiones filosóficas opuestas del mundo físico, a saber: la perspectiva newtoniana y la perspectiva cartesiana (Furió & Guisasola, 1997).

En este orden de ideas, se hará una discusión conceptual sobre la perspectiva cartesiana y la perspectiva newtoniana del mundo físico, haciendo énfasis en la relación que se teje entre los conceptos de espacio y fuerza, lo cual dará los elementos conceptuales necesarios para abordar las implicaciones que tuvieron estas dos perspectivas en la construcción del fenómeno eléctrico.

La perspectiva newtoniana del mundo físico se fundamenta en la existencia ontológica del espacio, el tiempo y la materia, estas entidades son separadas, absolutas e independientes. Por su parte, el espacio es homogéneo e isotrópico considerado el recipiente de la materia, mientras que el tiempo dado su carácter de inmutabilidad es el recipiente de los hechos, en ese sentido, solo la materia es causa y sede de los cambios, por consiguiente, toda interacción que ocurra entre dos o más cuerpos distantes debe ser instantánea e independiente del espacio (Furió & Guisasola, 1997; García, 2014; & Newton, 1687).

La perspectiva cartesiana concibe a la materia y el espacio como entidades inseparables entre sí, pero separables del tiempo, por su parte la fuerza es consecuencia de torbellinos y vórtices que emanan de los cuerpos materiales, por lo cual esta actúa punto a punto a través del medio en el cual se encuentra el cuerpo material y así se configura el espacio como una prolongación de la materia. En consecuencia, no es posible que la interacción entre dos o más cuerpos materiales sea instantánea, ya que depende directamente de la estructura del medio en el cual se encuentran insertos (Furió & Guisasola, 1997).

En síntesis, la perspectiva newtoniana y la perspectiva cartesiana tienen formas diferentes de configurar la relación entre fuerza y espacio, para los newtonianos la fuerza es una interacción instantánea entre dos o más cuerpos materiales, por lo tanto, el espacio y el tiempo son solo los recipientes de esta interacción. Mientras que para los cartesianos la fuerza es una propiedad universal que se extiende a lo largo del espacio y depende del medio en el cual se encuentren insertos los cuerpos materiales.



### *Juego de roles*

Una vez realizado y socializado el organizador gráfico se propone la siguiente actividad.

Se divide al grupo de maestros en formación en tres subgrupos, categorizándolos con las etiquetas A, B y C. Los integrantes del subgrupo A tienen como tarea explicar los resultados del proceso experimental realizado en la actividad de apertura desde la perspectiva newtoniana, mientras que los del subgrupo B deben explicarlo con base en la perspectiva cartesiana. Por su parte, el grupo C será el tribunal académico que evaluará ambas posturas.

La actividad consiste en simular que cada equipo hace parte de una comunidad científica y debe presentar ante el tribunal académico una de las dos posturas sobre los fenómenos eléctricos. Cada equipo debe utilizar diferentes recursos (carteles, gráficos o actividades experimentales, entre otros) para presentar los puntos a favor de su perspectiva y convencer al tribunal sobre su modelo explicativo.

Las preguntas que orientan el debate son:

¿Cuál es la perspectiva más adecuada para brindar una explicación del fenómeno físico estudiado en la actividad de apertura?  
¿Por qué? ¿Qué postura presenta mejores argumentos?

Al finalizar el ejercicio se reflexiona sobre las siguientes cuestiones:

- ¿En qué perspectiva ubicarían a Stephan Gray? ¿Por qué?
- ¿Qué recursos suelen emplearse en las comunidades científicas para presentar sus posturas?
- ¿Por qué son importante los procesos argumentativos en la construcción de conocimiento? ¿Es necesario favorecer estos procesos en las planeaciones de clase?

### **Actividad de diálogo y cierre**

Se propone el análisis del siguiente fragmento:

La definición de fuerza eléctrica en términos de la dinámica newtoniana trae consigo un problema fundamental, se necesitan dos o más cuerpos para evidenciar que existe la interacción eléctrica, dado que como el espacio no es partícipe de esta interacción, la sede y origen de la fuerza eléctrica radica únicamente en los cuerpos. Con la finalidad de darle solución a este inconveniente cierta corriente de los mecanicistas liderada por Heinrich Hertz, propuso una visión secundaria de la acción a distancia, postularon que si bien el cuerpo era sede y origen de la fuerza eléctrica, un cuerpo con exceso de carga asilado de otros cuerpos podía generar en cada punto de su entorno atracciones y repulsiones de determinada intensidad y dirección; es decir, un cuerpo electrificado modifica el estado del espacio dentro del cual se coloque contrayéndolo o estirándolo (García, 2014; Furió & Guisasola, 1997).





Luego, se propone la construcción del montaje experimental de la figura 2 y se exponen las preguntas orientadoras que se describen.

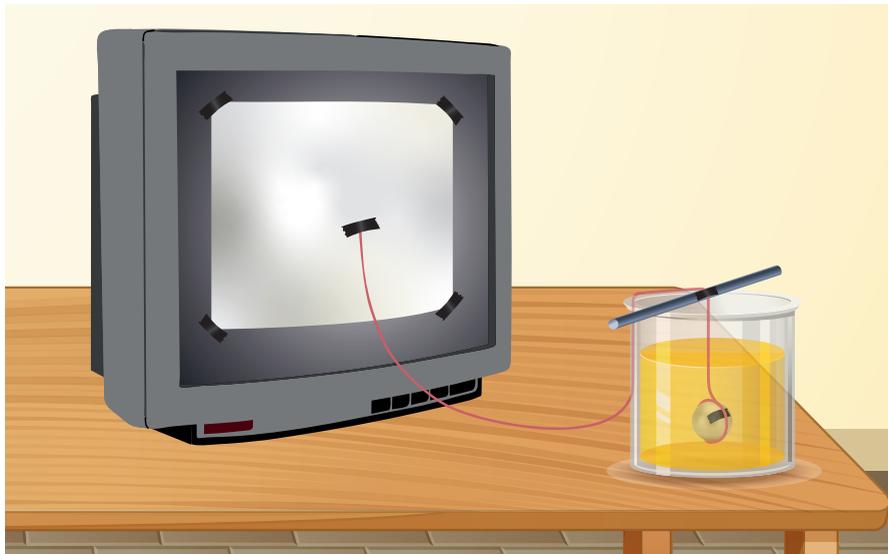
*Actividad experimental: Jugando con el medio donde sucede la electrificación*

Ejemplo de un posible procedimiento:

Coloque un generador de Van Der Graf (pantalla de televisor antiguo, pantalla de computador portátil o raqueta eléctrica) sobre una mesa y cubra la pantalla con papel aluminio (utilice cinta para asegurar

que el papel aluminio quede pegado). Luego pegue usando cinta, alambre conductor sobre el papel aluminio. A continuación, amarre otra parte de alambre conductor al palo de madera, de tal manera que una parte del alambre quede suelta, inmediatamente cubra la canica con papel aluminio y péguela con cinta al alambre sobrante que está sujeto al palo (asegurándose que el cable haga un buen contacto con el papel aluminio que rodea a la canica). Finalmente, llene la taza de aceite mezclándole semillas de té, sumerja una canica en la tasa y encienda el televisor.

*Figura 2.2. Montaje experimental*



Preguntas orientadoras

- ¿Qué sucede cuando enciendes y apagas el televisor?
- ¿Cuáles crees que son las variables físicas involucradas en esta experiencia?
- Con base en esta experiencia, ¿estás de acuerdo o en desacuerdo con la perspectiva propuesta por Henry Hertz? Argumenta tu respuesta.
- ¿Qué diferencias o similitudes encuentras entre la perspectiva de Gray y la

perspectiva de Hertz? Justifica tu respuesta.

- Según tu análisis del fragmento, ¿ubicarías a Hertz en la perspectiva newtoniana o en la perspectiva cartesiana? Justifica tu

*Aplicación de lo discutido*

Proponga a la luz de las discusiones realizadas previamente en los subgrupos A y B planear una serie de actividades didác-



ticas que le permitan abordar el problema de la interacción eléctrica desde la perspectiva newtoniana y cartesiana en contextos escolares. Invite a los del grupo C a incorporarse a uno de los grupos A o B.

Finalmente, se les propondrá a los subgrupos A y B que realicen un debate a la luz de sus actividades didácticas destacando las virtudes y los problemas que cada planeación evidenció.

## Recursos extra

Textos de primera fuente

- Maxwell, J. (1811). *A treatise on electricity and magnetism*. Inglaterra. Oxford University.
- Newton, I. (1687/1993). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. (A. Escotado, Trad.) Barcelona: Altata.

## Referencias bibliográficas

Ayala, M; Sandoval, S & Malagón, F. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis filosófica*, 36 (1), 119 - 138.

Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. UNAM, México, consultada el, 10(04), 1-15.

Furió Más, C; Guisasola, A. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 15(2), 259-271.

Fleck, L. (1986). Cómo surgió el actual concepto de la Sífilis. En *La génesis y el desarrollo*

de un hecho científico: Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento (pp. 47-99). <https://doi.org/10.1128/MCB.00093-14>.

García, E (2011). *Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en aprendizaje: Aporte histórico y filosófico en la teoría de campos* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

García, E (2014). Análisis histórico-crítico del fenómeno eléctrico. *Hacia una visión de campo*. *Física y Cultura: Cuadernos Sobre Historia y Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 73-92. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RFC/article/view/2524/2345>.



## 2.1.3. Conociendo el mundo de la energía y su convertibilidad a través de la experimentación exploratoria y el uso de instrumentos

Astrid Johanna Martínez Jiménez  
Elizabeth Hoyos Barrios

### Objetivo de enseñanza

Fomentar los procesos de modelización y conceptualización en estudiantes de básica primaria en torno al concepto de transformación/convertibilidad de la energía a través de la actividad experimental exploratoria y el uso de instrumentos.

### Objetivos de aprendizaje

- ★ Realizar modelizaciones y conceptualizaciones sobre la energía y su convertibilidad a través de la experimentación exploratoria.
- ★ Construir y usar diferentes instrumentos para enriquecer el proceso de conceptualización de la energía y su convertibilidad.

### Recursos para realizar la propuesta

Cajas de pizza o cajas de cartón, regla, papel aluminio, palos de chuzo y de helado, hojas de cartulina negra y de diversos colores, papel bond, marcadores, hojas de papel, tijeras, plástico de cocina transparente o papel film, cinta adhesiva, barras de chocolate, colbón, tapas plásticas de gaseosa o corchos, pitillos, cucharas pequeñas de plástico, botellas plásticas, silicona líquida, agua, recipientes grandes, audiolibro:

<https://www.storyjumper.com/book/read/111418522/60de5ca163286>, podcast de William Crookes y el radiómetro: <https://www.spreaker.com/episode/745557663>

35

### Acondicionamiento de espacios

La siguiente propuesta está diseñada para trabajarse tanto en modalidad presencial como en modalidad virtual. En la presencialidad, la propuesta se puede desarrollar en el aula de clase, en la sala de informática o en laboratorios; asimismo, se puede llevar a cabo en espacios al aire libre, como el patio o la cancha escolar.

### Niveles de trabajo

Estas actividades se diseñaron para aplicarse desde el grado tercero hasta el grado quinto de básica primaria; pero también se pueden aplicar a los grados de básica secundaria, realizando modificaciones en la profundidad de los contenidos.

### Estándares básicos

- ★ Diseño y realizo experiencias para poner a prueba mis conjeturas.
- ★ Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia.
- ★ Comunico de diferentes maneras el proceso de indagación y los resultados obtenidos.

### Derechos básicos de aprendizaje

Comprende las formas y las transformaciones de energía y la manera como, en los casos reales, la energía se disipa en el medio (calor, sonido).





## Introducción

La siguiente propuesta se fundamenta en la actividad experimental exploratoria y en una perspectiva de ciencia que obedece a una construcción histórica y social, un sistema cultural tal como lo propone Elkana (2003). Bajo este enfoque de ciencia, se realiza una mirada a la experimentación y su vínculo con la idiosincrasia de los sujetos que la realizan; de igual forma, se resalta el uso de los instrumentos en la experimentación exploratoria como medio potenciar construcciones conceptuales y modelizaciones en la comprensión de la energía y su convertibilidad con niños de básica primaria.

### Descripción general de actividades

La siguiente propuesta está conformada por diversas actividades diseñadas de acuerdo con las orientaciones que ofrecen Jorba y Sanmartí (1995) sobre el ciclo de aprendizaje. En las experiencias se proponen diferentes experiencias para movilizar los procesos de conceptualización y modelización de la energía y su convertibilidad, a través de la experimentación exploratoria y la construcción y uso de diversos instrumentos. Además, en cada una de las secciones se privilegian reflexiones sobre la Naturaleza de las Ciencias, abordadas a través de temáticas disciplinares asociadas con el proceso de convertibilidad de la energía, la relación entre la actividad experimental y la construcción de teorías, y el papel de los instrumentos.

Los procesos de transformación de energía seleccionados para esta propuesta son:

- Energía solar en energía calórica.
- Energía química en calórica.
- Energía potencial en energía eléctrica.

### Actividad de exploración e introducción

1. Se realizará un diálogo de saberes con los estudiantes en torno a la pregunta provocadora:

¿Por qué se debe usar bloqueador solar cuando estamos expuestos al sol?

*Viajemos a la antigüedad y exploremos lo que se pensaba sobre el sol y el calor:* se propone a los estudiantes que realicen un viaje a través del tiempo y se les cuenta la historia sobre lo que se pensaba anteriormente sobre el sol y el calor. Esta historia se encuentra en formato de audiolibro, en el siguiente enlace:

<https://www.storyjumper.com/book/read/111418522/60de5ca163286>

Terminada la historia, se invita a cada estudiante a realizar un dibujo sobre lo que entiende por calor y energía para construir una galería y entablar un diálogo al respecto, resaltando que, al igual que sucede con las personas de la historia, existen muchas creencias sobre el calor y la energía, pero con el pasar de los días y a medida que se avanzaba en la actividad experimental se fue perfilando este fenómeno.

2. *Conozcamos a William Crookes y el radiómetro.* Se les presentará a los estudiantes un podcast con el relato de William Crookes y el radiómetro; igualmente se les mostrarán algunas fotografías del radiómetro y se entablará

una conversación sobre los detonantes que posibilitaron el diseño de dicho instrumento. En el siguiente enlace se encuentra el podcast: <https://www.spreaker.com/episode/45557663>

También se conversará en torno a la pregunta: ¿Cómo podríamos conocer la cantidad de energía de un objeto si no se contara con un instrumento como el radiómetro?

### Actividad de estructuración y desarrollo

#### *Manos a la obra*

1. Se invita a los estudiantes a realizar equipos de trabajo y se les presente el siguiente reto: ¿Qué artefacto podemos construir con los materiales para derretir los chocolates?

Disponer antes de la clase una caja de pizza o una caja de cartón con una apertura en el centro, dejando 5cm aproximadamente por cada borde y sin recortar el lado inferior (Ver figura 3.1). Se deben realizar tantas cajas como equipos de trabajo.

*Figura 3.1 Caja inicial*



A cada equipo se le entregan unas barras de chocolate y la primera parte del artefacto. A continuación, se les propone terminar el artefacto forrando las paredes del interior y la tapa con los materiales dispuestos en la mesa, a saber: papel aluminio, papel film, papel bond, hojas de papel blanco, cartulina negra, cartulinas de diferentes colores, palos de chuzo, palos de paleta, tijeras y pegante.

Asimismo, se les sugiere a los estudiantes pegar en la parte inferior del interior de la caja una hoja de cartulina del color que deseen y poner en la parte superior de la caja papel film. Ver figura 3.2.

*Figura 3.2 Caja forrada*



Además, tendrán el reto de hacer que la tapa de la caja se sostenga, utilizando los materiales dispuestos, y así lograr derretir sus barras de chocolate.

Cuando el instrumento esté terminado, se les indicará a los estudiantes llevarlo a un lugar donde se tenga luz solar directa. Dejar las barras de chocolate en el interior de la caja sobre la cartulina y exponerlo por 10 minutos a la luz del sol, observando qué sucede.



Se realizará una socialización grupal a partir de las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Qué sientes cuando afirmas “tengo mucho calor”?
- ¿Nuestra mano o la piel, es un buen indicador de calor? ¿Por qué?
- ¿Por qué se derrite el chocolate?
- ¿Cómo los materiales reciben el calor del sol y cómo saber que un material ha absorbido calor?
- ¿Cuál es el papel del sol para el artefacto construido?
- ¿Qué relación encuentras entre el artefacto construido y los paneles solares?

También se retomará la pregunta provocadora inicial: *¿Por qué se debe usar bloqueador solar cuando estamos expuestos al sol?* y se realizará por grupos un pequeño letrero de sensibilización sobre los riesgos que se pueden presentar si no se toman las debidas precauciones cuando algunas personas se broncean buscando un color dorado en la piel exponiéndose a la radiación solar. Los letreros se ubicarán en diferentes zonas del colegio.

2. Se disponen sobre una mesa los siguientes materiales: Una tapa plástica de gaseosa o corcho, cucharas pequeñas de plástico, pitillos, palitos de chuzo o de bombón, botellas de plástico, palitos de helado, silicona líquida, un recipiente con agua.

Se le propone al grupo formar equipos de 4 estudiantes (se modifica según el número de participantes) y con los materiales dispuestos cada equipo tendrá el reto de construir un artefacto que

funcione con el movimiento generado por la caída de agua.

Cada equipo debe exponer su trabajo haciendo un ejercicio de debate y reflexión conjunta sobre los elementos positivos y negativos de cada grupo.

Posteriormente, se observará un video sobre el funcionamiento de una hidroeléctrica <https://youtu.be/MILB-mQzVGVs> y se establecen similitudes y diferencias con el ejercicio realizado anteriormente.

### Actividad de diálogo y cierre

1. Se trabajará con la simulación phet [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_es.html), para que los estudiantes mediante el juego exploren, descubran y comprendan cómo funciona la energía y observen diferentes formas en las que puede convertirse o transformarse. La simulación estará acompañada de la siguiente guía de trabajo:

*¡Exploremos la convertibilidad de la energía!*

Ingresa al link de la simulación y ubícate en la sección *intro* y activa los símbolos de energía y de la llama que se encuentran en la parte superior derecha de la pantalla.

Explora las herramientas que tienes a disposición, varía la temperatura de la llama y observa lo que pasa con el agua y el aceite. También utiliza el termómetro. Luego responde:

- ¿Qué crees que pasará con el agua si enciendes la llama? Hazlo en la simulación.

- ¿Qué sucedió, por qué ocurre esto?
- ¿Qué crees que significan los cubos de color naranja con la letra E?
- ¿Son iguales la temperatura del agua y el aceite después de la exposición a la llama? ¿Por qué?

Explora la sección de *systems*. Antes de empezar observa muy bien la simulación y responde:

- ¿Cuáles crees que son las fuentes de energía?
- ¿Puedes reconocer diferentes tipos de energía? ¿Cuáles?

Si tienes la siguiente situación ilustrada en la Figura 3.3a, ¿cuál de estas herramientas de la Figura 3.3b puedes usar para encender el bombillo? ¿Por qué?

Figuras 3.3a y 3.3b.



Prueba en la simulación y compara con tus respuestas.

Si ahora tienes la situación presentada en la Figura 3.4, ¿qué crees que pasará con el agua?

¿Qué crees que pasará con la niña? ¿Por qué?

Figura 3.4



Realiza la simulación. ¿Por qué la niña pide alimento? ¿Qué relación puedes establecer con la energía?

Ahora tienes el reto de hacer hervir el agua, encender la bombilla o mover las hélices usando los diferentes materiales. Dibuja o escribe los materiales que usaste.

¿Por qué crees que hierve el agua, se enciende la bombilla o se mueve la hélice? ¿Qué tipo de energía te resultó más efectiva para cada caso?

Otras preguntas orientadoras que se pueden suscitar son: ¿Qué es la convertibilidad/transformación de la energía? ¿En qué situaciones de tu cotidianidad la has observado?

1. *Nota:* Para esta actividad se pedirá previamente a los estudiantes consultar con sus parientes o en diversas fuentes de información sobre Hidroituango y la situación de Ituango.

Se presenta a los estudiantes el siguiente fragmento sobre el uso humano de la caída de agua en la antigüedad y se comenta sobre el proyecto Hidroituango.



Hola amiguitos, imagínense que investigando me encontré con unos datos históricos importantes.

Desde la antigüedad el hombre ha utilizado el movimiento de caída de una masa del agua para realizar trabajos pesados como mover una rueda de molino para moler el trigo, o accionar algún otro tipo de máquina. Experimentando con la electricidad, también se encontró que la fuerza de caída del agua podía utilizarse para generar energía eléctrica; de esta forma es que se produce la energía hidráulica en una central hidroeléctrica.



Luego se invita a realizar un dibujo en donde cada estudiante exponga los usos que el hombre le ha dado al movimiento del agua.

1. Se realizará un juego de roles sobre el proyecto Hidroituango. Los roles son los siguientes: funcionarios de EPM, miembros de la comunidad de Ituango, grandes empresas.

Las preguntas orientadoras son las siguientes: ¿Cuáles son los impactos ambientales de Hidroituango? ¿Cuáles son los beneficios que una central hidroeléctrica como Hidroituango puede traer a la región? ¿Estás a favor o en contra del proyecto Hidroituango? ¿Qué impactos a nivel ambiental, social y económico tiene la cons-

trucción de una hidroeléctrica?

A cada participante se le plantea la misma pregunta y se da un tiempo de 3 minutos para su respuesta. Se hace énfasis en que cada uno debe dar su respuesta según el rol que le corresponde. La actividad también se puede proponer por equipos y a cada uno, asignarle un rol distinto y establecer un debate.

### Recursos extra

Se recomienda realizar con los estudiantes la construcción de un radiómetro casero para observar su funcionamiento y realizar construcciones sobre la convertibilidad de la energía que se puede identificar en este.

## Referencias bibliográficas

Amelines, P. (2015). Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias en la formación de profesores de ciencias naturales. Análisis de una propuesta pedagógica

sobre el papel de la experimentación en la construcción de explicaciones en torno a algunos fenómenos físicos.



- Domenech, J. L. (2003). La enseñanza de la energía: Una propuesta de debate para un replanteamiento global.
- Elkana, Y. (1977) La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. Coedición UNESCO- Scientia, III (10-11), 65-80.
- Ferreiros, J; Ordoñez J, (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Critica, revista hispanoamericana de filosofía*. Vol. 34, No. 102, 47-86.
- Jorba, J y Sanmartí, N (1995). La estructura de las unidades didácticas. En: Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y las matemáticas. Barcelona: Ministerio de Educación y Cultura. Pp. 28-50.

Romero, A. (2013). Reflexiones acerca de la Naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza. El caso de la experimentación en la clase de ciencias.

### **Bibliografía recomendada**

- Romero, A. (2013). Reflexiones acerca de la Naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza. El caso de la experimentación en la clase de ciencias.
- Amelines, P. (2015). Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias en la formación de profesores de ciencias naturales. Análisis de una propuesta pedagógica sobre el papel de la experimentación en la construcción de explicaciones en torno a algunos fenómenos físicos.



## 2. PROPUESTAS DIDÁCTICAS

### 2.2. PROPUESTAS DIDÁCTICAS EN LA LÍNEA DE REFLEXIONES CTSA EN EL ABORDAJE DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS





## 2.2.1. Covid-19 y las medidas de contingencia, un dilema para el medio ambiente

María Carolina Arango González  
Daniela del Pilar Mora Contreras

### Objetivos de enseñanza

- ★ Promover en los estudiantes la apropiación de conceptos clave asociados a la calidad del aire.
- ★ Propiciar entre los estudiantes un espacio para la reflexión, en relación con las fluctuaciones de la calidad del aire antes y durante la pandemia.
- ★ Orientar a los estudiantes para la consolidación de propuestas y acciones desde la ciudadanía responsable para mejorar la calidad del aire en el Valle de Aburrá.

### Objetivos de aprendizaje

- ★ Comprender que el aire es una mezcla, además de apropiar otros conceptos científicos.
- ★ Reflexionar sobre la importancia de cuidar el aire en relación con la salud y cómo esta calidad varió durante la pandemia.
- ★ Proponer y llevar a cabo acciones responsables e informadas para mejorar la calidad del aire en el Valle de Aburrá.

### Acondicionamiento de espacios

Esta propuesta didáctica está adaptada para su desarrollarse tanto en el aula de clase como desde la casa, o en el caso en que se regrese al trabajo virtual.

### Niveles de trabajo

Esta propuesta está pensada específicamente para dos niveles de la educación básica primaria, grados cuarto y quinto respectivamente.

### Estándares básicos

- ★ Análisis características ambientales de mi entorno y peligros que lo amenazan.
- ★ Propongo alternativas para cuidar mi entorno y evitar peligros que lo amenazan.

### Derechos básicos de aprendizaje

Comprende que existen distintos tipos de mezclas (homogéneas y heterogéneas) que de acuerdo con los materiales que las componen pueden separarse mediante diferentes técnicas (filtración, tamizado, decantación, evaporación).



## Introducción

Una de las preocupaciones actuales que hace parte del enfoque CTSA es la contaminación del aire, por consiguiente, resulta importante abordar esta problemática en la escuela para contribuir al desarrollo de sujetos críticos para el ejercicio de la ciudadanía responsable. Considerando lo anterior se presenta la siguiente propuesta de intervención, enfocada en las reflexiones que se pueden construir dentro del aula de clases, en relación con la contaminación del aire en el Valle de Aburrá, teniendo en cuenta la actual pandemia. Esta propuesta se divide en cuatro fases de aprendizaje, dentro de las cuales se abordarán conceptos como las mezclas, la contaminación y calidad del aire.

### Descripción general de actividades

Las actividades presentadas en esta propuesta están basadas en el Ciclo del aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1994) el cual contempla la regulación del aprendizaje y se sustenta bajo el modelo de tipo constructivista, en donde las actividades planeadas por los maestros van más allá de la incorporación de conocimientos por parte de los estudiantes, se trata de orientar la creación de nuevas ideas con bases científicas, en donde se promueven habilidades cognitivas.

### Actividad de exploración e introducción

#### *"Descubriendo el aire"*

El inicio de esta secuencia de actividades se convierte en una sorpresa y una

investigación que permitirá a los estudiantes empezar a entender cuál es el tema que se desarrollará. Deben empezar por leer unas adivinanzas (anexo 1) que los llevarán a conocer el tema de la secuencia. Para continuar con el desarrollo de la actividad se realizará una construcción escrita por parte de los estudiantes en donde se dispondrá de diversos materiales con el fin de que cada niño dibuje, pinte, moldee la forma como imagina el aire, cree un significado y pueda representar nuevamente el aire luego del diálogo. Por último, se socializa entre los presentes.

*Compromiso:* Tomar 2/4 de cartulina y realizar un gran círculo en cada uno. Luego untar en los círculos vaselina, la cual los debe cubrir completamente; al terminar pegaremos una cartulina fuera de nuestras casas y otra dentro de nuestro hogar. Las dejaremos por una semana en esos lugares.

#### *"¿Qué es el aire?"*

Para iniciar esta sesión se lee el cuento titulado "amigos ayudantes del aire" (anexo 2). Este servirá para identificar los componentes del aire de una manera más atractiva para los niños.

Luego de esto se realiza un diálogo a partir de la búsqueda de noticias y documentales que abordan como tema la calidad del aire y cómo esto se ha visto afectado o beneficiado por la pandemia del coronavirus, lo que permite entender cuáles son los componentes que perjudican la

calidad del aire y cuáles son las repercusiones que tiene en la salud de los seres vivos. Es por ello por lo que se debe señalar que las principales causas de la contaminación del aire son las actividades industriales, comerciales, el transporte masivo y los incendios forestales. En donde cabe resaltar que las consecuencias en la salud de los seres vivos se deben a que la contaminación ingresa al cuerpo por medio de la respiración, provocando enfermedades como ardor en los ojos, irritación, picazón en la garganta, nariz, problemas respiratorios y otras enfermedades más delicadas.

### **Actividad de estructuración y desarrollo**

#### *"Revelando la calidad de mi aire"*

A continuación, se retoma el compromiso que se pidió en la primera actividad y se socializan los resultados obtenidos, puesto que, lo que cada estudiante construyó en su casa con la cartulina, fue un medidor de la calidad del aire. Seguramente la hoja que estaba dentro de la casa estará más limpia que la que estaba afuera. Se hace una reflexión en torno a estos resultados, de tal forma que se haga hincapié en que todo lo que quedó en las hojas es lo que los seres vivos respiran y poco a poco esto le hace daño a sus cuerpos y a la naturaleza en general. Para complementar la discusión se invita a los estudiantes a observar el siguiente video del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2017,08,11).

*Todo lo que debes saber sobre la calidad del aire.* <https://www.youtube.com/watch?v=FtKg9zJ6oNQ>

Para finalizar esta actividad se hace un debate en donde los niños puedan dar

sus opiniones o puntos de vista acerca de la calidad del aire y, a su vez, las maestras puedan compartir las medidas que se han implementado en el Valle de Aburrá para reducir los niveles de contaminación, teniendo en cuenta las medidas implementadas a corto y largo plazo, como lo establece el Plan integral de gestión de calidad del aire (PIGECA).

*Compromisos:* Las maestras dividen el grupo en subgrupos, y a cada uno de ellos se le asigna un rol que será base para el desarrollo de la siguiente sesión. Los roles son: presentadores, invitados especiales (médicos, ambientalistas, personal que trabaja en el *Sistema de alerta temprana del valle de Aburrá, SIATA* y personas del común), productores y escenógrafos. Cada uno deberá traer ropa y utilería de acuerdo con el rol que le corresponda, para la realización de la actividad.

### **Actividad de diálogo y cierre**

#### *"El noticiero"*

Teniendo en cuenta lo abordado a lo largo del ciclo de actividades, se realiza con el grupo un noticiero informativo, en el cual los niños y las niñas puedan comunicar a la comunidad escolar el tema tratado, su importancia en el contexto de la pandemia, las problemáticas encontradas y los análisis, propuestas y reflexiones construidas en conjunto. Para ello se dispone de un espacio físico (el aula u otro espacio de la escuela en el que se pueda escenificar el noticiero). Así mismo, entre todos se debe elegir un nombre para el noticiero y en conjunto se construirá el guion de lo cada estudiante, según el rol que debe realizar. Luego, se procede a la grabación del noticiero (puede ser con una cámara de video o



celular) y, una vez listo, se presenta el producto final a la comunidad escolar.

### Anexo 1. Adivinanzas

- ¿Qué silva sin boca, corre sin pies, te pega en la boca y tú no lo ves?
- Ni lo puedes ver, ni vives sin él.
- Soy tan grande como el mundo y con todo no me ves, me tienen por vagabundo, te envuelvo ancho y profundo de la cabeza a los pies.

### Anexo 2. Cuento “Los amigos ayudantes del aire”

Érase una vez en la tierra de los elementos, el señor aire muy feliz porque era el dueño y amo del firmamento. De repente, su tranquilidad se vio amenazada por ciertos cambios que sucedían a diario en su entorno. Preocupado por esta situación decidió poner atención para averiguar de dónde provenían y descubrió que una de las causas eran las quemadas y talas de los árboles que poco a poco fueron consumiendo sus gotas de vida, ya que generan sustancias como bromuro o cloruro de plomo, azufre, benceno, óxidos de nitrógeno, carbono, hidrocarburos y gases como monóxido de carbono; hasta el punto de que no encontró la forma de enfrentarse a tal problema y se fue desvaneciendo, quedando totalmente acorralado, sin ningu-

na posibilidad de poder recuperarse. Una trágica mañana ocurrió algo que se creía imposible, el señor aire había desaparecido. Sus amigos extrañados emprendieron su búsqueda, lo buscaron en su casa, en los ríos, en las montañas, debajo de los árboles, pero en ningún lugar pudieron encontrarlo; pasaron varios días y no había noticias, todos estaban demasiado tristes. Pero... un día al gran amigo y fiel compañero del aire, el asombroso nitrógeno, se le ocurrió la gran idea de crearlo de nuevo. Pero ¿cómo se podría lograr esta loca idea? Debían venir muchos elementos en forma de gas. A esta idea se le sumó el joven oxígeno, también llegaron de muchas partes los primos nobles. El primero en saludar fue el sonriente helio. Argón y criptón también viajaron mucho para poder estar allí, fue tan grande la reunión que hasta el vapor de agua y el amargado dióxido de carbono estaban dispuestos a ayudar. Era increíble cómo tantos elementos estaban dispuestos a mezclarse para crear y darle nuevamente vida al tan anhelado y querido señor aire.

### Experimento

Los materiales que se van a utilizar son: 2/4 de cartulina, marcador o lápiz y vaselina pura; como se pueden ver a continuación:

Figura 4.1



Recurso audiovisual: video del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2017,08,11). *Todo lo que debes saber sobre*

*la calidad del aire*. <https://www.youtube.com/watch?v=FtKg9zJ6oNQ>

## Referencias bibliográficas

Adivinanzas para niños, clasificadas por temas. Adivinancero infantil. (2020). <https://www.elhuevodechocolate.com/adivinanzas/adivin39.htm> Adivinanzas sobre los cuatro elementos naturales: fuego, agua, aire y tierra

Adivinanzas para niños. (2020). <https://www.adivinanzasparaninos.es/category/adivinanzas-sobre-los-cuatro-elementos-naturales-fuego-agua-aire-y-tierra/>

Área metropolitana. (2021). Medidas para el primer episodio de contingencia atmosférica

<https://www.metropol.gov.co/Paginas/Noticias/area-metropolitana-anuncia-medidas-para-el-primer-episodio-de-contingencia-atmosferica.aspx>

Área metropolitana del Valle de Aburrá (2021). El área anuncia medidas para episodio de contingencia atmosférica. <https://www.metropol.gov.co/Paginas/Noticias/area-metropolitana-anuncia-medidas-para-el-primer-episodio-de-contingencia-atmosferica.aspx>

Área metropolitana del Valle de Aburrá (2019). Plan Integral de Gestión de la Calidad

del Aire del Valle de Aburrá. [https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIG\\_ECA.aspx](https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIG_ECA.aspx)

Jorba, J., Sanmartí, N. (1994). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas.

[https://books.google.com.co/books/about/Ense%C3%B1ar\\_aprender\\_y\\_evaluar.html?id=a\\_rCXrBxikw-C&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books/about/Ense%C3%B1ar_aprender_y_evaluar.html?id=a_rCXrBxikw-C&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

MEN (2016) Derechos básicos de aprendizaje. [https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_C.Naturales.pdf](https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf)

MEN (2004) Estándares básicos de competencia en ciencias naturales y ciencias sociales. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)

PIGECA. (2019). Calidad del aire [https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIG\\_ECA.aspx](https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIG_ECA.aspx)



## 2.2.2. Plásticos de un solo uso: un dilema entre el ambiente y el impacto económico

*Carlos Albeiro Galeano Flórez*

### Objetivos de enseñanza

- ★ Fomentar el pensamiento crítico de los estudiantes a través de la problemática de los plásticos de un solo uso como una cuestión socio-científica para incentivar acciones socio-políticas.
- ★ Promover en los estudiantes reflexiones sobre la Naturaleza de la ciencia en la comprensión de conceptos científicos mediante el abordaje de una cuestión socio-científica (CSC).

### Objetivos de aprendizaje

- ★ Comprender los impactos sociales, ambientales y económicos que trae la invención de los plásticos de un solo uso en los contextos socio-culturales.
- ★ Contrastar ventajas y desventajas en los intereses políticos y económicos acerca de la autorización o restricción del plástico de un solo uso.
- ★ Asumir posturas críticas y argumentativas frente a los beneficios y perjuicios de los plásticos de un solo uso en el contexto social, económico y ambiental.
- ★ Proponer estrategias de acción sociopolítica que contribuyan a la solución de la problemática de los plásticos de un solo uso en Colombia

### Recursos para realizar la propuesta

Computador o dispositivo móvil con acceso a la Internet. Plataforma de reuniones Google Meet. Acceso a la red social Whatsapp mediante la cual se compartirán algunos contenidos, indicaciones y se ten-

drá interacción con los participantes. Presentadores audiovisuales para diapositivas como: PowerPoint, Canva, Genially o el de su preferencia. Fotograma (imágenes). YouTube, Audacity y SoundCloud, Padlet. Plásticos de un solo uso que puedan obtener los estudiantes.

### Acondicionamiento de espacios

Esta propuesta está diseñada para implementarse en un primer momento de forma virtual, sin embargo, se puede adecuar para que las actividades planteadas puedan ejecutarse en la alternancia o de manera presencial.

### Niveles de trabajo

La propuesta va dirigida a estudiantes de básica secundaria de los grados sexto y séptimo.

### Estándares básicos

- ★ Identifico los recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos. (6 y 7) CTS.
- ★ Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud (6 y 7) CTS

### Derechos básicos de aprendizaje

Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural). ¿Por qué esperar hasta el grado 11?



## Introducción

Para Hodson (2004), una de las preocupaciones de la actualidad se relaciona con el uso adecuado del suelo y los recursos minerales. En este sentido, desde el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), el plástico como un derivado del petróleo se puede sumar a esta área de preocupación, dado que se ha evidenciado un alto índice de contaminación ambiental durante el tiempo de pandemia de Covid 19 porque aumentó considerablemente el consumo de plásticos de un solo uso. Ahora bien, el ámbito de la enseñanza de las ciencias no puede ser ajeno a esta preocupación. Es en este sentido que se hace necesario reflexionar sobre las problemáticas ambientales en las clases de ciencias como una manera de crear conciencia y ser multiplicadores de nuestra realidad ambiental.

### Descripción general de actividades

Las actividades presentadas en esta propuesta están basadas en las Secuen-

cias de Enseñanza-Aprendizaje de autores como Meheut y Psillos (2004) en las que predominan actividades orientadas hacia el auto-aprendizaje, el aprendizaje interactivo y el aprendizaje colaborativo mediante juegos de rol, con especial enfoque hacia la acción sociopolítica (Hodson, 2021).

### Actividades de exploración e introducción

Se plantea una discusión sobre beneficios y perjuicios causados por los plásticos en general, mediante el uso de fotogramas e infografías.

Se les muestra a los estudiantes una presentación en diapositivas en la que pueden hacer una comparación entre los beneficios y los perjuicios de diferentes tipos de plástico. Además, se les presentan datos curiosos que permitan ver la importancia de estudiar esta problemática, como se ejemplifica en la Figura 5.1.

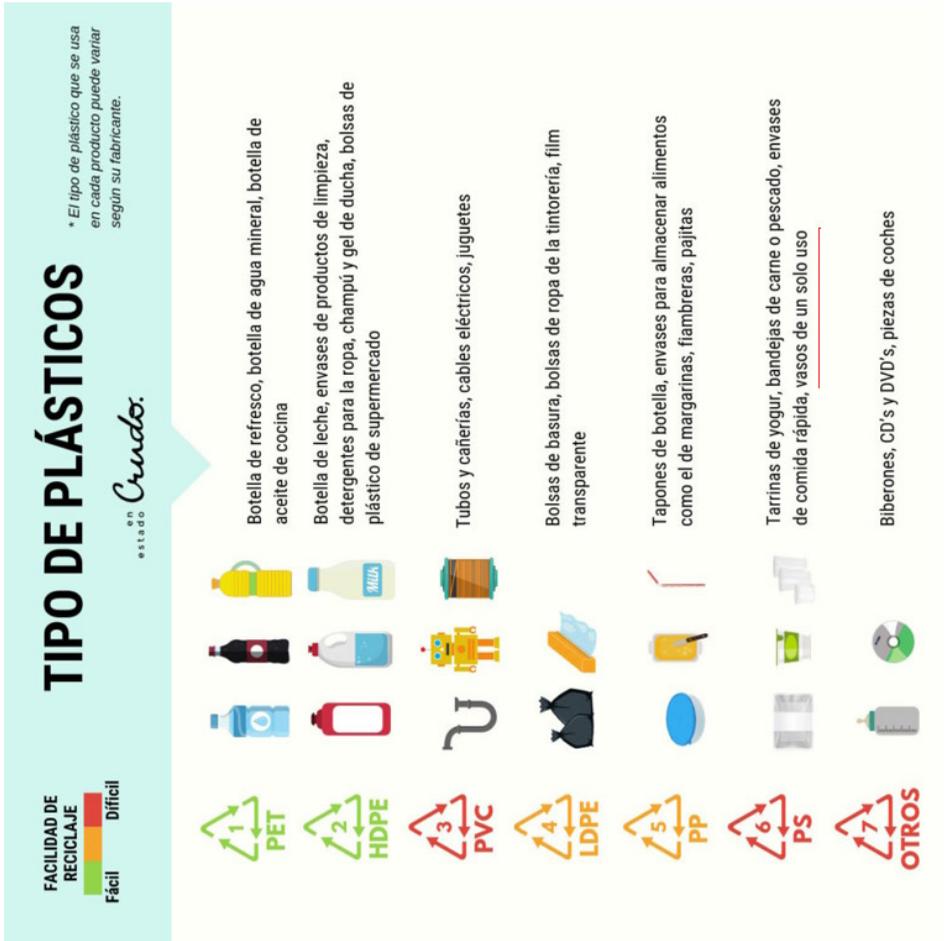
(Figura 5.1)



Las bolsas de plástico son perjudiciales para los humanos, animales, plantas y el ambiente en general. Su degradación se completa en 700 años

Posteriormente, se les comparte a los estudiantes una infografía con la clasificación de los plásticos, con el propósito de que reconozcan cuáles son de un solo uso, y si son o no reciclables. La respuesta es fundamental, pues determinará las acciones particulares que se tomarán frente a este tipo de plásticos (reducción o prohibición).

Figura 5.2





Finalmente, a los estudiantes se les plantearán una serie de preguntas, que podrán resolver mediante la herramienta Padlet para luego socializarlas:

- Realiza una lista con los plásticos de un solo uso que conozcas o hayas usado.
- ¿Cuáles problemáticas ambientales pueden asociar con los plásticos de un solo uso?
- ¿Cuál es la responsabilidad de los fabricantes de los plásticos y de los consumidores?
- ¿Hay intereses económicos detrás de la producción y venta del plástico?
- Consulta qué medidas ha tomado el gobierno colombiano para solucionar esta problemática.

### Actividad de estructuración y desarrollo

Video foro: *Efecto Pirry "La plaga del plástico de un solo uso"*.

La sesión iniciaría con la presentación del documental corto "*La plaga del plástico de un solo uso*": <https://www.youtube.com/watch?v=EbQTURosl0g>. Esta fuente de información se caracteriza por mostrar a los televidentes la problemática sobre las acciones que se llevan a cabo para contaminar con plásticos de un solo uso al planeta, y al mismo tiempo sugiere algunas acciones para la solución. Las pregun-

tas claves que orientarán la discusión en este video foro son:

- ¿Quiénes se benefician y quiénes se afectan con la distribución y disposición final de los plásticos de un solo uso?
- ¿Considera usted que ha contribuido a esta problemática? ¿Cuáles han sido sus acciones?
- ¿Debemos abandonar por completo los plásticos de un solo uso o hay otra alternativa?
- ¿Considera usted que el uso de los plásticos que facilitan nuestra vida, son más importantes que cuidar el ambiente?
- ¿Conoce usted algunas acciones para mitigar el impacto ambiental causado por estos plásticos? ¿Cuáles acciones podrías proponer?

### Actividades de diálogo y cierre

*El plástico es un material, materialicemos nuestras acciones sobre él.*

En esta actividad final se busca materializar algunas de las acciones propuestas por los estudiantes. El objetivo es promover acciones directas como no usar los pitillos o las bolas, y acciones indirectas asociadas a la creación de contenido digital (memes, podcast, vídeos, entre otros) y publicarlos en las redes sociales para divulgar sus posturas y transmitir sus mensajes.

Figura 5.3





A manera de reflexión final, se realizará una evaluación con los estudiantes so-

bre las acciones propuestas y ejecutadas, y su impacto.

## Referencias bibliográficas

- Hodson, D. (2004). Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. *Science Education Review*, v3 n1 p2-7
- Hodson, D. (2021). Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* volume 20, pp, 592-622
- Meheut, M. y Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- MEN (2004) Estándares básicos de competencia en ciencias naturales y ciencias sociales. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- MEN (2016) Derechos básicos de aprendizaje. [https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_C.Naturales.pdf](https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf).



## 2.2.3 El atractivo y peligroso colorante presente en nuestra comida

*Sara Cristina Zuluaga Muñoz  
Laura Camila Sossa Agudelo  
Valeria Carmona Alzate*

### Objetivos de enseñanza

- ★ Promover el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes en relación con la alimentación saludable y el consumo de colorantes como la tartrazina.
- ★ Incentivar el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y la toma de decisiones en torno a la alimentación saludable y el consumo de colorantes artificiales.
- ★ Promover en los estudiantes algunas acciones tangibles en torno a una alimentación saludable y en especial sobre el no consumo de productos que contengan tartrazina.

### Objetivos de aprendizaje

- ★ Reconocer los efectos y las diferentes enfermedades presentadas por el consumo excesivo de colorantes artificiales como la tartrazina.
- ★ Asociar cómo la tartrazina afecta el funcionamiento de los diferentes sistemas del cuerpo.
- ★ Identificar por qué en Colombia este colorante no está prohibido y cómo se regula su uso.
- ★ Proponer soluciones y alternativas de colorantes naturales que pueden emplearse en los alimentos como reemplazo de la tartrazina y promover otras acciones responsables para reducir su consumo.

### Recursos para realizar la propuesta

Tablero, marcadores, hojas de papel, papel bond o periódico, lápices, computadores con conexión a Internet, proyector multimedia, láminas ilustrativas, envolturas de alimentos y algunos alimentos que contienen la sustancia.

### Acondicionamiento de espacios

La propuesta está diseñada para ejecutarse en su mayoría en aula de clase. Las actividades que comprenden la elaboración de productos se pueden implementar haciendo uso del laboratorio de la institución educativa, en casa, o llevando al salón de clases los implementos de cocina.

### Niveles de trabajo

La propuesta didáctica se puede aplicar en los grados octavo y noveno

### Estándares básicos

- ★ Comparo información química de las etiquetas de productos manufacturados por diferentes casas comerciales.
- ★ Tomo decisiones sobre alimentación y práctica de ejercicio que favorezcan mi salud.

### Derechos básicos de aprendizaje

Analiza relaciones entre sistemas de órganos (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular) con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos.



## Introducción

En el marco de la enseñanza de las ciencias se hace necesario integrar situaciones o problemáticas cotidianas desde la perspectiva CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), como aspectos relacionados con la alimentación saludable y el consumo excesivo de colorantes artificiales presentes en los alimentos, pues "la percepción de que la ciencia no es una actividad neutra y de que su desarrollo está relacionado con aspectos sociales, políticos, económicos, culturales y ambientales, posee fuertes implicaciones para la sociedad" (Carnio, 2011, p. 22). La implementación de este enfoque para la enseñanza de las ciencias naturales permite a los estudiantes establecer relaciones que se dan entre la ciencia y los contextos sociales, dejando de ver esta como si fuera un saber aislado y de poco contexto (Ariza Traslaviña et al., 2016).

### Descripción general de actividades

Las actividades propuestas para abordar esta temática se plantean teniendo en cuenta el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996), el cual está planteado desde cuatro momentos, el primero de exploración, que en este caso implica el reconocimiento de las concepciones que tienen los estudiantes sobre el consumo de alimentos procesados, los cuales contienen variedad de aditivos y colorantes que, como la tartrazina, tienen impactos negativos en la salud.

Seguidamente se introducen nuevos contenidos. En este punto, se les presenta a los estudiantes información asociada con los alimentos que pueden contener la

tartrazina y los efectos negativos que trae su consumo para la salud. En un tercer momento de estructuración y síntesis, los estudiantes estructuran y sintetizan los conceptos expuestos anteriormente. Las actividades propuestas buscan incentivar la participación, la argumentación y la toma de decisiones. Por último, en el momento cuatro de aplicación, se busca que los estudiantes apliquen los conocimientos aprendidos mediante procesos de reflexión que den cuenta de la evolución del pensamiento crítico.

### Actividad de exploración e introducción

#### *Todo sobre mi alimentación*

1. Pedir con anticipación a los estudiantes que guarden una envoltura de un dulce o mecate de consumo cotidiano. Se les pide que lo estudien, con el fin de hacer un pequeño análisis de los ingredientes que trae dicho alimento y generar curiosidad e intriga por los alimentos que consumen diariamente.
2. Realizar un breve cuestionario para indagar sobre la alimentación en los estudiantes. Las preguntas sugeridas son: ¿Consumes cereales de colores al desayuno? ¿Qué mecats consumes con mayor frecuencia? ¿Los mecats o snacks que sueles consumir, fueron comprados por ti mismo o han sido brindados por alguien más? ¿Cuáles alimentos crees que son buenos para llevar una vida sana? ¿Los consumes con regularidad?



### *Los colorantes presentes en los alimentos*

Sugerencia: Realizar una clase magistral, enfocada en la importancia de una buena alimentación, en colorantes como la tartrazina y sus impactos negativos en la salud humana, en el medio ambiente y en la sociedad. En la clase se deben abordar temas como: Qué son los colorantes artificiales, cuáles son los más comunes en los productos alimenticios, generalidades de la tartrazina, composición y efectos del consumo de esta en los diferentes sistemas del cuerpo humano.

1. Pedir a los estudiantes que guarden las envolturas de alimentos que consumen en su cotidianidad. Con ellas se hará un análisis de las etiquetas para identificar cuáles de estos contienen colorantes como la tartrazina.
2. Luego se presentará el video, titulado: "*¿Qué tan peligrosos son los colorantes usados en la comida? /Ciencia y Comida #2*"
3. (<https://www.youtube.com/watch?v=Bh4iSgTkNE4>). Al finalizar el video se realizará un conversatorio con los estudiantes sobre los tipos de colorantes y los efectos que producen en la salud de las personas mencionados en el video.

### **Actividad de estructuración y desarrollo**

#### *Casos/ hábitos alimenticios*

1. Los estudiantes se organizan por grupos y se les entregan casos de algunos hábitos alimenticios, la finalidad es que conversen sobre los casos y los evalúen para su análisis posterior.

- Caso 1: Jaime, un joven que padece de insomnio y obesidad, en una cita con la nutricionista este le indica a la doctora que generalmente en el desayuno suele consumir cereal endulzado con leche. En el almuerzo con frecuencia se prepara una sopa instantánea, la cual acompaña con refresco. Para la cena compra hamburguesa con salsas, papas fritas, y jugo en caja. Además, entre comidas suele consumir productos empaquetados como doritos, chochitos, dulces, galletas, entre otros.
  - Caso 2: Andrea, una deportista de alto rendimiento en una entrevista compartió lo que usualmente come en sus tres comidas; las frutas, los huevos y un jugo natural hacen parte de su desayuno. En el almuerzo consume una porción pequeña de arroz blanco, ensalada, pollo sudado, sopa de lentejas y limonada natural, y para la cena el sándwich de atún con aguacate y lechuga es su favorito. Entre comidas le gusta comer manzanas, granadillas y banano.
2. Socialización de los casos leídos a partir de las siguientes preguntas: ¿Crees que algunas de las enfermedades mencionadas en los casos tienen relación directa con el tipo de alimentación? ¿Por qué? De los alimentos mencionados ¿Cuáles consumes con frecuencia? ¿Quién lleva una alimentación más saludable? ¿Por qué? ¿Cuáles de los alimentos mencionados contienen colorantes como la tartrazina?



- Finalmente se hace una socialización sobre las afectaciones que pueden provocar estos hábitos alimenticios y la importancia de la alimentación saludable.

### Actividad de diálogo y cierre

Se propone realizar un debate sobre alimentos que contienen tartrazina, sus efectos en la salud y los beneficios a nivel económico para las grandes industrias. El grupo se divide en dos, uno de los grupos estará a favor de la regulación de la tartrazina en los diferentes productos alimenticios de venta en Colombia. El otro grupo estará en contra. Cada grupo debe defender su posición con argumentos que incluyan los conceptos de salud, economía y medio ambiente.

Pautas y preguntas para tener en cuenta en el debate:

- Normas de regulación del uso de los colorantes.
- Normas de regulación del uso de la Tartrazina.
- ¿Por qué en Colombia el uso de la Tartrazina no está prohibido? ¿Cómo se regula el uso de la Tartrazina en Colombia? ¿Hay países que prohíben el uso de colorantes como la tartrazina? ¿Por qué? ¿Qué repercusiones trae para la salud el consumo de colorantes artificiales? ¿Qué beneficios trae para las industrias alimenticias incluir en sus alimentos colorantes?

### Construcción de un recetario

Por grupos de 3 a 5 personas (según la cantidad de estudiantes) van a elegir un tipo de mecateo o *snack*, y van a consultar alternativas sobre cómo prepararlos de manera saludable y económica. Para esto se debe comenzar con la búsqueda de información y planeación del mecateo. Posteriormente, procederán a la elaboración de *snacks* saludables, cuidando que los colorantes artificiales sean reemplazados por otros de origen natural, como la cúrcuma u otras alternativas. Para esto se puede asistir al laboratorio o incluso elaborarlos en el mismo salón. Una vez los estudiantes hayan elaborado por grupos el mecateo saludable, se recoge la información sobre los ingredientes y los pasos para la elaboración y presentación de un recetario, que va a contener todos los mecateos saludables elaborados por los estudiantes. Este recetario se puede hacer de forma manual con hojas de papel (bond, periódico, iris o de preferencia) con marcadores, imágenes, etc., o elaborarlo de manera virtual en herramientas como Genially, Canva, PowerPoint, Word o programas que permitan agregar imágenes y texto.

Sugerencia: Aplicar nuevamente la actividad realizada en el punto 1 (de la fase de exploración), agregando algunas preguntas respecto al proyecto y que susciten reflexiones sobre lo aprendido a lo largo de la aplicación del proyecto.

## Referentes bibliográficos

- Ariza Traslaviña, L. B., Torres Romero, L. J., & Blanco Martínez, D. A. (2016). El enfoque CTSA: una alternativa para mejorar los niveles de la alfabetización científica y tecnológica desde el estudio de aerogeles de carbono. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Ejemplar Extraordinario, 7.
- Carnio, M. P. (2011). Tratamiento de problemas socio-científicos en la formación de profesores de biología: algunos aspectos. *Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias* (Bogotá, Colombia), 6(1), 21-33.
- Jorba, J y Sanmartí, N (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Barcelona. Ministerio de Educación y Cultura.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033_archivo_pdf.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos básicos de aprendizaje: Ciencias Naturales. [https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_C.Naturales.pdf](https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf)
- Vázquez, J. L. B., Córdoba, I. J. A., Guevara, M. A. V., Cruz, D. C., & Cabrera, E. P. (2016). Colorantes artificiales en alimentos. *Naturaleza y Tecnología*, (10). <http://148.214.66.42/index.php/nyt/article/view/204>

## SOBRE EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

### ESTUDIOS CULTURALES SOBRE LAS CIENCIAS Y SU ENSEÑANZA —ECCE—

El grupo de *Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza* —ECCE—, de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), surgió en el año 2002 como una respuesta a la necesidad tanto de generar conocimiento en el área de la educación en ciencias, como de analizar y proponer estrategias de formación (pre y posgraduada) que permitan fundamentar y desarrollar procesos tendientes a la consolidación de una comunidad de profesores de ciencias naturales, desde una perspectiva *socio-cultural* de la actividad científica y su enseñanza.

Constituido por un equipo interdisciplinario de profesores-investigadores en el campo de la Educación en Ciencias, el Grupo ECCE busca proporcionar a los docentes de ciencias criterios de análisis y de crítica conceptual de los problemas relacionados con la enseñanza y el aprendi-

zaje de las ciencias y de los referentes que históricamente han servido para constituir, validar y difundir dicho conocimiento. En este sentido, sus líneas de investigación son: i) Epistemología, historia y enseñanza de las ciencias; ii) La historia de las ciencias como práctica cultural: construcción de identidades culturales; y iii) Lenguaje, argumentación y educación en ciencias. A través de la investigación teórica y aplicada, se pretende con el desarrollo de estas líneas de investigación aproximar a los docentes a una visión crítica que le permita comprender su naturaleza histórica y cultural del conocimiento científico, comprensión a partir de la cual se promueva el estudio de las ciencias y de su enseñanza con una clara intención de transformar las prácticas tradicionales de nuestro medio, que han contribuido a definir una relación de exterioridad y enajenación con la cultura científica.



## SOBRE LOS AUTORES

### PROFESORES

#### Ángel Enrique Romero-Chacón

Licenciado en Física; Doctor en Epistemología e Historia de las Ciencias y las Técnicas. Coordinador del grupo de Investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza —ECCE—.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

E-mail: [angel.romero@udea.edu.co](mailto:angel.romero@udea.edu.co)

#### Diana María Rodríguez Ramírez

Licenciada en Educación Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; Magister en Educación, línea Educación en Ciencias.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5819-2074>

E-mail: [dmaria.rodriguez@udea.edu.co](mailto:dmaria.rodriguez@udea.edu.co)

#### James Stevan Arango Ramírez

Licenciado en Educación Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; Magister en Educación, línea Educación en Ciencias Naturales. Coordinador del Semillero de Investigación Almagesto (4ª cohorte), grupo ECCE.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4034-6626>

E-mail: [james.arango@udea.edu.co](mailto:james.arango@udea.edu.co)

#### Paula Andrea Amelines Rico

Licenciada en Educación Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; Magister en Educación, línea Educación en Ciencias Naturales.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7041-7977>

E-mail: [paula.amelines@udea.edu.co](mailto:paula.amelines@udea.edu.co)

#### Yaneth Liliana Giraldo Suarez

Licenciada en Matemáticas y Física; Magister en Educación, línea Educación en Ciencias Naturales.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3441-3447>

E-mail: [yaneth.giraldo@udea.edu.co](mailto:yaneth.giraldo@udea.edu.co)

#### Natalia Muñoz Candamil

Licenciada en Matemáticas y Física; Magister en Educación en Ciencias Naturales.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3639-3662>

E-mail: [natalia.munozc@udea.edu.co](mailto:natalia.munozc@udea.edu.co)

**ESTUDIANTES****Astrid Johanna Martínez Jiménez**

Licenciatura en Pedagogía Infantil.

E-mail: ajohanna.martinez@udea.edu.co

**Elizabeth Hoyos Barrios**

Licenciatura en Pedagogía Infantil.

E-mail: elizabeth.hoyosb@udea.edu.co

**Juan Pablo Acevedo Quevedo**

Licenciatura en Matemáticas y Física.

E-mail: juan.acevedoq@udea.edu.co

**Edgar Johan Arboleda Mira**

Licenciatura en Matemáticas y Física.

E-mail: edgar.arboleda@udea.edu.co

**María Carolina Arango González**

Licenciatura en Pedagogía Infantil.

E-mail: maria.arangog@udea.edu.co

**Daniela del Pilar Mora Contreras**

Licenciatura en Pedagogía Infantil.

E-mail: daniela.mora@udea.edu.co

**Carlos Albeiro Galeano Flórez**

Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Email: calbeiro.galeano@udea.edu.co

**Sara Cristina Zuluaga Muñoz**

Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Email: sarac.zuluaga@udea.edu.co

**Laura Camila Sossa Agudelo**

Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Email: camila.sossa@udea.edu.co

**Valeria Carmona Alzate**

Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Email: valeria.carmonaa@udea.edu.co